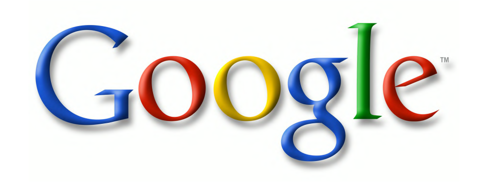
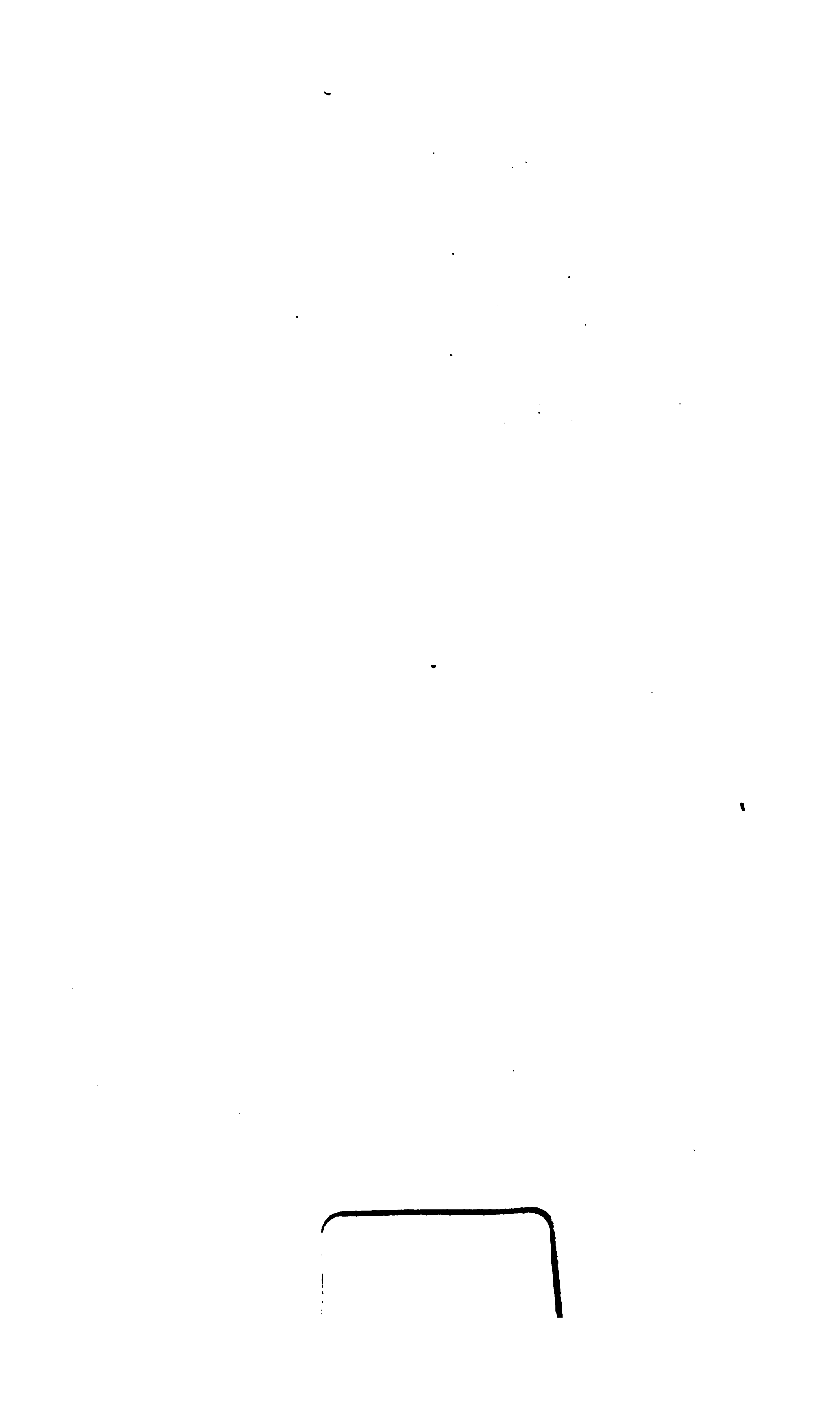



3 3433 06642241 5



VGB

France

Postes

**Ministère des Postes et des Télégraphes**

---

# EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ

## PARIS 1881

---

# CATALOGUE GÉNÉRAL OFFICIEL

---

**COMMISSARIAT GÉNÉRAL**

---



PARIS
A. LAHURE, IMPRIMEUR-EDITEUR
CONCESSIONNAIRE
9, RUE DE FLEURUS, 9

monde, à perfectionner les moyens de produire et d'utiliser la force nouvelle. Les résultats obtenus sont déjà considérables et nombreux, mais souvent encore insuffisants ou incomplets. Il y aurait grand intérêt à préciser l'état de la science électrique et de ses applications, à rapprocher et à comparer les procédés de recherches, afin d'imprimer aux efforts faits de toutes parts une direction qui les facilite et assure leur succès.

Les expositions internationales et les congrès scientifiques qui les complètent si utilement ont permis de montrer les applications pratiques à côté de la théorie. C'est ce qui nous conduit à vous proposer de réunir un congrès international d'électriciens et d'autoriser simultanément une exposition internationale d'électricité, qui sera, pour ainsi dire, le laboratoire du congrès. Cette exposition comprendra tout ce qui concerne l'électricité : elle réunira les appareils de toute nature et de toute provenance servant à la faire naître, à la propager et à l'utiliser.

Le congrès convoqué par le Gouvernement français appellera à Paris les électriciens les plus illustres. Ces représentants de la science merveilleuse qui vient à peine de révéler l'immensité de ses ressources et qui déconcerte l'esprit par ses surprises incessantes, discuteront les résultats acquis et les idées nouvellement émises; ils grouperont et coordonneront leurs forces afin d'utiliser sûrement les observations faites dans chaque contrée et de s'aider mutuellement dans leurs investigations futures.

Les nations étrangères conviées par la France saisiront avec empressement cette occasion de codifier, pour ainsi dire, la science électrique, et d'en sonder les profondeurs. Elles sauront gré au Gouvernement de la République française de s'être fait le promoteur d'une manifestation scientifique dont l'opportunité ne paraît pas contestable, et qui aura pour corollaire l'exposition internationale d'électricité.

Le congrès doit être l'œuvre du Gouvernement, car lui seul peut donner à l'entreprise le caractère d'indépendance qui est la condition essentielle du succès. Quant à l'exposition, elle sera facilement organisée par l'initiative privée. Le patronage et le concours bienveillant de l'État lui seront toutefois assurés et le palais des Champs-Élysées sera mis gratuitement à la disposition de ses organisateurs.

L'action du Gouvernement se complètera par l'intermédiaire d'un commissaire général qui aura à la fois la mission d'assurer, sous notre direction, le fonctionnement du congrès et de surveiller les services généraux de l'exposition.

Le Gouvernement désignera les membres français du congrès : la science officielle, l'industrie, les sociétés savantes de Paris et des départements y auront leurs représentants. Si la présidence d'un congrès appartient par tradition au pays où la réunion a lieu, la moitié des vice-présidences sera, par contre, réservée aux invités de la France.

L'exposition internationale d'électricité sera ouverte le 1ᵉʳ août 1881 et close le 15 novembre suivant.

Les travaux du congrès international des électriciens commenceront le 15 septembre 1881.

Le département dont relève le service des télégraphes est le plus directement intéressé dans la question. Son personnel prend une grande part à tout ce qui concerne l'électricité ; il en étudie les diverses découvertes et en prépare les applications. Il est en relation avec tous les électriciens des divers pays. La télégraphie elle-même recueillera un grand profit de l'exposition et du congrès ; elle pourra y puiser de larges améliorations.

C'est dans cette pensée que j'ai fait préparer le projet de décret ci-joint et j'ai l'honneur de le soumettre à votre haute approbation.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de mon respectueux dévouement.

*Le Ministre des postes et des télégraphes,*

AD. COCHERY.

---

Le Président de la République française,
Sur le rapport du Ministre des postes et des télégraphes,

Décrète :

ART. 1er. — Un congrès international des électriciens sera ouvert à Paris le 15 septembre 1881, sous la présidence du Ministre des postes et des télégraphes.

ART. 2. — Trois vice-présidents seront choisis parmi les membres français et trois parmi les membres étrangers du congrès.

ART. 3. — Les ministres du gouvernement de la République française et les ministres des gouvernements étrangers qui participeront au congrès international sont membres de droit du congrès.

ART. 4. — Le palais des Champs-Élysées sera mis gratuitement à la disposition de la commission privée autorisée par le Gouvernement à organiser, à ses frais, risques et périls, une exposition internationale d'électricité du 1er août au 15 novembre 1881.

ART. 5. — L'exposition internationale d'électricité est placée sous le patronage de l'État.

ART. 6. — Le règlement de l'exposition internationale d'électricité sera soumis à l'approbation du Gouvernement, qui nommera le commissaire général.

ART. 7. — Le Ministre des postes et des télégraphes, le Ministre des affaires étrangères et le Ministre des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 23 octobre 1880.

JULES GRÉVY,

Par le Président de la République :

*Le Ministre des postes et des télégraphes,*

AD. COCHERY.

*Le Ministre des affaires étrangères,*

B. SAINT-HILAIRE.

*Le Ministre des travaux publics,*

SADI CARNOT.

Par décret en date du 24 octobre 1880, rendu sur la proposition du Ministre des postes et des télégraphes, M. Georges Berger, ancien directeur général des sections étrangères à l'Exposition universelle de 1878, commissaire général de l'Exposition de Melbourne a été nommé commissaire général du congrès international des électriciens et de l'Exposition internationale d'électricité.

# RÈGLEMENT GÉNÉRAL

## I. — Dispositions générales.

ARTICLE PREMIER. L'Exposition internationale d'électricité, autorisée par décret du 23 octobre 1880, sera ouverte à Paris dans le palais des Champs-Élysées, du 1er août 1881 au 15 novembre 1881.

ART. 2. Une Commission, nommée par décret du 26 novembre 1880, et placée sous la présidence du Ministre des Postes et des Télégraphes, sera consultée sur les mesures relatives à l'organisation générale de l'Exposition internationale d'électricité.

ART. 3. Les fonds nécessaires à l'organisation et au fonctionnement de l'Exposition seront fournis au moyen des subventions que l'État pourrait accorder, et par une association de garantie dont les membres souscripteurs se sont interdit tout partage de bénéfices après remboursement de leurs versements avec intérêts de 4 p. 0|0.

Lors de la liquidation des comptes de l'Exposition, après défalcation des remboursements dus aux souscripteurs du capital de garantie, les bénéfices acquis seront laissés à la disposition de l'État, qui, sur les propositions de la Commission d'organisation, en fera profiter des œuvres scientifiques d'intérêt public.

ART 4. Un Comité technique et un Comité des finances seront constitués. Le Comité technique sera composé de membres de la Commission d'organisation auxquels un arrêté ministériel pourra adjoindre des personnes étrangères à cette Commission. — Le Comité de Finances sera composé de membres de la Commission d'organisation et de membres de l'Association de garantie.

ART. 5. Le Commissaire général, nommé par décret du 24 octobre 1880, est chargé d'exécuter, sous la haute autorité du Ministre des Postes et des Télégraphes, les décisions prises. Le Commissaire général a la direction du personnel administratif.

ART. 6. Le Commissaire général ou, en son absence, le secrétaire du Commissariat général, assiste de droit aux séances de la Commission d'organisation et des Comités, avec voix consultative.

ART. 7. Les pays étrangers qui auront adhéré à l'Exposition internationale d'électricité seront invités à désigner des Commissaires spéciaux. Ces derniers orrespondront directement avec le Commissaire général français.

## II. — Admission. — Classification.

Art. 8. Les demandes d'admission étrangères et françaises, rédigées autant que possible suivant le modèle annexé au présent règlement, devront être parvenues au Commissaire général à Paris, le 31 mars 1881, au plus tard.

Art. 9. Le Comité technique sera appelé à statuer en dernier ressort sur les demandes françaises d'admission.

Art. 10. Le Commissaire général notifiera, avant le 15 mai 1881, aux exposants l'avis de leur admission ainsi que l'étendue et la localisation de l'espace accordé à chacun d'eux.

Art. 11. Les Commissaires étrangers auront la faculté de demander et de recevoir en bloc les espaces nécessaires aux installations de leurs nationaux.

Les demandes cumulatives des Commissaires étrangers devront être parvenues au Commissaire général avant le 31 mars 1881. Les plans généraux d'installation des locaux accordés à la suite de ces demandes cumulatives devront être soumis à l'approbation du Commissaire général.

Art. 12. Les exposants étrangers appartenant à des pays qui n'auront pas nommé de Commissaires spéciaux pourront correspondre directement avec le Commissaire général français.

Art. 13. Des formules imprimées de demandes d'admission sont tenues à la disposition des intéressés :

Au Ministère des Postes et des Télégraphes, rue de Grenelle-Saint-Germain, 101;

Au siège du Commissariat général, palais des Champs-Élysées, porte n° IV ;

Aux sièges des Chambres de commerce et des Sociétés savantes de Paris et des départements.

Art. 14. Les principaux objets admis à être présentés sont compris dans l'énumération suivante :

Appareils servant à la production et à la transmission de l'électricité.

Aimants naturels et artificiels. — Boussoles.

Appareils servant à l'étude de l'électricité.

Applications de l'électricité : à la télégraphie et à la transmission des sons ; — à la production de la chaleur ; — à l'éclairage et à la production de la lumière ; — au service des phares et des signaux ; — aux appareils avertisseurs ; — aux mines, aux chemins de fer et à la navigation ; — à l'art militaire ; — aux beaux-arts ; — à la galvanoplastie, à l'électro-chimie et aux arts chimiques ; — à la production et à la transmission de la force motrice ; — aux arts mécaniques et à l'horlogerie ; — à la médecine et à la chirurgie ; — à l'astronomie, à la météorologie et à la géodésie ; — à l'agriculture ; — aux appareils enregistreurs ; — au fonctionnement des appareils industriels divers ; — aux usages domestiques.

Paratonnerres.

Collections rétrospectives d'appareils concernant les études primitives et les applications les plus anciennes de l'électricité.

Collections bibliographiques d'ouvrages concernant la science et l'industrie électriques.

Art. 15. Les objets admis à être exposés seront reçus dans l'enceinte du Palais des Champs-Élysées à partir du 1er juillet 1881.

Les caisses contenant ces objets devront porter des adresses et des étiquettes spéciales fournies par le Commissariat général.

### III. — Installation.

Art. 16. Les exposants n'auront aucun loyer à payer pour l'occupation des emplacements qui leur auront été attribués.

Art. 17. L'Administration prend à sa charge la mise en état et la décoration générale des locaux du Palais des Champs-Élysées.

Les exposants devront pourvoir, à leurs frais, à l'installation et à la décoration de leurs emplacements respectifs.

Les plans de ces installations et les dessins de ces décorations devront être soumis à l'approbation du Commissaire général.

Art. 18. La force motrice sera fournie à prix débattu aux exposants qui en feront la demande.

La force motrice pourra être fournie gratuitement pendant les expériences nécessaires aux travaux du Congrès international des électriciens organisé par l'Etat, à l'époque de l'Exposition.

### IV. — Entrées.

Art. 19. Les locaux de l'Exposition seront ouverts au public tous les jours, de 8 heures et demie du matin à 6 heures du soir, et de 8 heures à 11 heures du soir.

Art. 20. Des cartes d'entrée gratuites, permanentes et essentiellement personnelles, seront mises à la disposition des membres de la Commission d'organisation, du Comité technique et du Comité des finances ; des membres de l'association de garantie ; des Commissaires étrangers; des membres du Congrès international des électriciens ; des agents du Commissariat général ; des exposants et des agents de ceux-ci dont la présence aura été reconnue indispensable.

Art. 21. La perception des prix d'entrée, fixés ainsi qu'il est dit à l'article 22 ci-après, sera faite au moyen de billets d'entrée d'une valeur de 50 centimes chacun.

Art. 22. Les prix ordinaires d'entrée sont fixés ainsi qu'il suit :

1° *Pendant les jours de la semaine :*

| | fr. c. |
|---|---|
| Matin et journée, de 10 heures à 6 heures du soir. . . . . . . | 1 00 |
| Soir, de 8 heures à 11 heures . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 50 |

2° *Le dimanche :*

| | fr. c. |
|---|---|
| De 10 heures du matin à 6 heures du soir. . . . . . . . . . . | 0 50 |
| De 8 heures à 11 heures du soir. . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 00 |

### V. — Police et surveillance. — Entretien.

Art. 23. Une surveillance rigoureuse contre le vol sera organisée par les agents du Commissariat général, avec le concours de la police.

Les précautions les plus minutieuses seront prises contre le feu.

Toutefois l'Administration ne sera pas responsable des pertes occasionnées par le vol ou par l'incendie.

**Art.** 24. Les objets exposés ne pourront être retirés avant la clôture de l'Exposition, sans une autorisation spéciale du Commissaire général.

Aucun objet exposé ne pourra être dessiné ou photographié sans l'autorisation écrite de l'exposant, visée par le Commissaire général.

**Art.** 25. Les exposants devront pourvoir par eux-mêmes à l'entretien et au nettoyage de leurs installations.

**Art.** 26. Un local spécial sera mis à la disposition des exposants qui voudront faire le dépôt de leurs caisses vides pendant toute la durée de l'Exposition.

Les déposants auront à payer un droit de 6 francs par mètre cube.

Toute caisse d'un cubage inférieur à 1 mètre cube payera le prix fixé pour 1 mètre.

Les frais de restauration et de remise en état des caisses vides seront à la charge des déposants.

**Art.** 27. Les exposants français ou étrangers jouiront des garanties qu'assure la loi du 23 mai 1868 aux auteurs, soit des inventions susceptibles d'être brevetées, soit des modèles et dessins de fabrique qui pourront être déposés aux conseils des prud'hommes.

Il leur suffira de déposer à la préfecture de la Seine, dans le premier mois au plus tard de l'ouverture de l'Exposition, une demande de certificat de garantie pour l'objet exposé.

Ce certificat, n'exigeant le payement d'aucune taxe, sera valable à dater du jour de l'admission jusqu'à la fin du troisième mois qui suivra la clôture de l'Exposition.

### VI. — Catalogue. — Récompenses.

**Art.** 28. Un catalogue général de l'Exposition sera dressé par les soins du Commissariat général et par voie d'entreprise et d'adjudication.

L'entrepreneur du Catalogue général pourra s'entendre directement avec les exposants officiellement inscrits pour l'insertion des réclames, avis et vignettes concernant les objets de leur commerce ou de leur industrie.

**Art.** 29. Des diplômes de mérite et des médailles de diverses classes seront accordés sur la proposition d'un Jury dont la composition sera déterminée ultérieurement.

**Art.** 30. Toutes les communications relatives à l'Exposition internationale d'électricité doivent être envoyées affranchies, à l'adresse du *Commissaire général de l'Exposition internationale d'électricité, au Palais des Champs-Élysées, porte n° IV, à Paris.*

Vu et approuvé le présent Règlement, délibéré dans la Commission d'organisation, le 6 décembre 1880.

*Le Ministre des Postes et des Télégraphes,*

Ad. COCHERY.

*Le Commissaire général,*

Georges Berger.

# RENSEIGNEMENTS [1]

L'indication des différentes classes de l'Exposition est donnée page 11 et suivantes.

Les emplacements des produits exposés sont désignés à la suite de chaque nomenclature par les signes conventionnels du tableau ci-dessous :

| | |
|---|---|
| S. | Salle. |
| N. | Nef. |
| BC. | Bas côté. |
| BC. *n*. | Bas côté Nord. |
| BC. *s*. | Bas côté Sud. |
| BC. *e*. | Bas côté Est. |
| BC. *o*. | Bas côté Ouest. |
| E*n*. *o*. | Escalier Nord-Ouest. |
| E*n*. *e*. | Escalier Nord-Est. |
| E*n*. | Escalier Nord. |
| PM. | Pavillon du Ministère des Postes et des Télégraphes. |
| PV. | Pavillon de la Ville de Paris. |
| P. | Pourtour du premier étage. |

Les plans du rez-de-chaussée et du premier étage du Palais de l'Industrie se trouvent à la suite de la Table des Matières et serviront à compléter chacune des indications d'emplacement.

1. Les plans qui accompagnent le catalogue ont été dressés par les soins de l'éditeur. L'Administration décline toute responsabilité à leur égard.

MINISTÈRE DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

# EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ

**PARIS 1881**

# CATALOGUE GÉNÉRAL

## OFFICIEL

## FRANCE

### GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ.

#### CLASSE 1.

ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

1. **Biloret** et **Mora**, *Paris*, 93 et 95, *boulevard Richard-Lenoir* — Machine électrique de Ramsden et accessoires. S. 9.

2. **Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Machine rhéostatique de G. Planté. — Condensateurs électrostatiques.
N., S. C., S. 7, S. 8, S. 19, S. 15, B. C. s., P. V., S. 18.

3. **Carpentier** (J.-A.-M.-L.), successeur de Ruhmkorff, *Paris*, 15, *rue Champollion*.—Machines électriques et accessoires.— Machines de Holtz. — Appareils de cours. S. 15, S. C.

4. **Carré** (Edmond), *Paris*, 19, *rue de l'Estrapade* et 4, *rue des Irlandais*. — Machine diélectrique de M. F. Carré. S. 12.

5. **Carré** (Ferdinand), *Paris*, 48, *rue de Reuilly*.— Machine d'induction statique s'amorçant automatiquement, dite machine diélectrique. S.12.

6. **Courtot**, *Paris*, 75, *rue Caumartin*. — Appareils d'électricité statique, et accessoires. S. 15.

7. **Deffez** (Louis-François), *Paris*, 34, *rue Saint-Séverin*. — Machine électrique de Ramsden et accessoires pour collèges et lycées. — Machine électrique plus petite, pour écoles primaires, supérieures et professionnelles. — Machine pneumatique pour les phénomènes de l'électricité dans le vide; grand et petit modèle. S. 11.

8. **Ducretet** (E.) et **C**ie, *Paris*, 75, *rue des Feuillantines*.— Machines de Holtz, de Toëpler. — Machine pour l'application de l'électricité statique à la thérapeutique. S. 13.

9. **Humblot** (Pierre-Césaire) *Paris-Grenelle, rue Saint-Charles*, 77. — Machine électrique à plateau condensateur. P. M.

10. **Legras** (François-Théodore), *Saint-Denis*, 81, *avenue de Paris*.— Bouteilles de Leyde. P. M.

11. **Luizard** (Léon), *Paris*, [illegible], *rue d'Arcole*. — [illegible]

tique. — Machines de Holtz. S. 15.

**12. Noé** (Charles-François), *Paris, 9, rue Laromiguière.* — Machines électriques de Ramsden et de Holtz. — Machines diélectriques, système F. Carré, nos 4, 2 et 0, batterie de neuf bocaux. — Brûle-fils. — Perce-verre Noé. — Tabouret isolant. — Condensateur d'Œpinus. S. 15.

**14. Planté** (Gaston), *Paris, 56, rue des Tournelles.* — Machine rhéostatique. N.

**15. Solignac et Cie** Société d'études et constructions électriques, *Paris, 208, rue Saint-Maur.* — Machine statique à plateaux multiples et à frottement de mercure. S. 12.

## CLASSE 2.

### PILES ET ACCESSOIRES.

**16. Aunay** (Alfred D'), *Paris, 3, cité Gaillard.* — Interrupteur-avertisseur (de pile). — Emploi simultané d'une pile par plusieurs fils télégraphiques : suppression du courant de toute ligne à la terre. — Indication automatique et nominale de la ligne interrompue. P.

**17. Ballat**, *Paris, 5, rue Saint-Fargeau.* — Charbons pour piles. — Piles Leclanché. — Piles de Bunsen. — Pièces tournées et percées. S. 17.

**18. Barbier** (Ernest-François), *Paris, 9, rue Fromentin.* — Piles Leclanché : anciens éléments à vases poreux; éléments actuels à plaques agglomérées mobiles pour télégraphie, téléphonie, sonneries, signaux et horlogerie électriques, médecine, inflammation d'amorces, de torpilles et de mines. — Modèle spécial adopté par la marine française. — Sonneries d'essais pour les piles. S. 16.

**19. Barbier** (Mathurin), *Paris, 6, rue des Quatre-Vents.* — Vases poreux et verreries servant à la télégraphie. S. 17.

**20. Barluet et Cie**, *Paris, 61, rue du Faubourg-Poissonnière et à Montereau (Seine-et-Marne).* — Cylindres et diaphragmes pour piles. S. 16

**21. Barral** (Charles), *Paris, rue Larrey.* — Pile à auge mécanique (au bichromate.) P.

**22. Baudet** (Cloris), *Paris, 90, rue Saint-Victor.* — Piles électriques; pour batterie électrique. S. 10.

**23. Beaufils** (Magloire-François), *Paris, 4, boulevard Saint-André.* — Piles électriques (agglomérés dépolarisateurs.) P. M.

**24. Billaudot**, *Paris, 22, rue de la Sorbonne.* — Produits chimiques, anodes, piles et accessoires. S. 17.

**25. Biloret et Mora**, *Paris, 93 et 95, boulevard Richard-Lenoir.* — Piles de tous systèmes. S. 9.

**26. Bizot** (Joseph), *Aix en Provence.* — Pile de longue-durée (système Callaud), à tube d'emmagasinage; entretien et alimentation faciles; applicable à l'horlogerie électrique. P. M.

**27. Blouzon** (Edme), *Paris, 30, rue Notre-Dame de Nazareth.* — Charbons pour piles. P.

**28. Bourdin** (C.), *Paris, 15, avenue de la République.* — Pile industrielle, sans entretien ni usure, à effet constant, se renouvelant à l'aide du sel marin et de la chaux. S. 10.

**29. Breguet**, *Paris, 39, quai de l'Horloge.* — Piles de différents modèles de Daniell, de Meidinger, de Callaud, de Trouvé, de Marié-Davy, de Bunsen, au bichromate de potasse, de Leclanché, de Niaudet. — Piles à courants secondaires de G. Planté. — Piles thermo-électriques de Noé. Accessoires.
N., P. V., S. 15, S. C., S. 19. S. 7, S. 8, S. 18, B. C. s.

**30. Brewer** (frères), *Paris, 43, rue St-André-des-Arts.* — Piles de Bunsen. Vases de verre et de grès. — Vases poreux et accessoires. S. 9.

**31. Callaud** (A. et fils), *Nantes, 26, rue du Bocage.* — Pile (modèle Callaud) adoptée par l'administration télégraphique; modèle américain. S. 17.

**32. Carré** (Ferdinand), *Paris*, 48, *rue de Reuilly*. — Pile au sulfate de cuivre avec diaphragme en papier parchemin (brevet 1867). Charbons artificiels plus solides et plus conducteurs que les charbons de cornue. S. 12.

**34. Chapuis** (F.), *Paris*, 17, *rue de Lourmel* — Pile à bascule. — Pile fermée — Pile secondaire. S. 17.

**35. Chutaux**, *Levallois-Perret*, 1, *place du Marché*. — Piles électriques spéciales à la télégraphie, à la sonnerie, à l'horlogerie et généralement à tout circuit résistant. S. 9.

**36. Cie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée**, *Paris*, 88, *rue St-Lazare*. — Piles employées pour les postes et appareils de la Compagnie (systèmes Leclanché et Meidinger). N.

**38. Delaurier** (E.), *Paris*, 77, *rue Daguerre*. — Nouvelle pile hydro-électrique. — Nouvelle pile thermo-electrique. — Nouvelle pile secondaire de Ritter. S. 11.

**39. Deleuil** (Jean-Adrien), *Paris*, 42, *rue des Fourneaux*. — Piles de Bunsen à coin central. S. 15.

**40. Desruelles** et **Bourdoncle** (J.), *Paris*, 8 *bis*, *avenue Percier*, 8 *bis*, — Piles sèches électriques de tous genres et de tous modèles. — Piles secondaires à lames de plomb rendues sèches par le procédé Desruelles. — Matières diverses appliquées au chargement de ces piles. S. 10.

**41. Digney** (frères), *Paris*, 6 et 8, *rue des Poitevins*. — Piles et accessoires. S. C.

**42. Douce** et Cie, *Paris*, 116, *rue de Rivoli*. — Pile, nouveau système. S. 15.

**43. Dubos**, *Paris*, 41, *avenue de la Motte-Piquet*. — Appareil thermo-électrique. B. C. *n*.

**44. Engel** (A.), 72, *Paris*, 72, *rue de Seine*. — Commutateur inverseur automatique pour la formation rapide des piles secondaires. S. 11.

**46. Feraud** (Vincent-Marie), *Paris*, 121, *rue d'Alésia*. — Pile dynamo-électrique, à courant constant. — Appareils accessoires. P.

**47. Frion** et **Thierré**, *Paris*, 50, *rue du Roi-de-Sicile*. — Vases poreux. — Bocaux en verre. S. 14

**48. Gaiffe** (Ladislas-Adolphe), *Paris*, 40, *rue St-André-des-Arts*. — Pile se dépolarisant par l'oxygène de l'air. Piles diverses pour laboratoires. S. 9, S. 15, P.

**49. Gaulard** (Lucien), *Paris*, 65, *rue Nollet*. — Pile thermo-électrique. S. 17.

**50. Girard** (Fréjus), *Paris*, 80, *rue des Batignolles*. Pince double pour piles. S. B.

**51. Goderel**, *Paris*, 172, *avenue d'Eylau*. — Charbons pour piles et plaques pour sonneries électriques. S. 11.

**52. Guérot** (Hippolyte), *Paris*, 57, *rue Daguerre*, — Pile électrique (système Delaurier). S. 17

**53. Hubin** (F.), *Paris*, 14, *rue de Turenne*. — Zinc laminé pour piles électriques. B. C. *o*.

**54. Jablochkoff** (P.), *Paris*, 52, *rue de Naples*. — Piles électriques fonctionnant à température élevée. N.

**55. Jourdan** (Théophile), *Marseille*, 40, *rue Thiers*. — Pile électrique, dite pile Jourdan, pour sonneries et télégraphes. — Pile électrique portative, pour la télégraphie militaire en campagne. P.

**56. Legras** (Fr.-Th.), *Saint-Denis*, 81, *avenue de Paris*. — Vases pour piles de toutes formes. P. M.

**57. Létrange** (L.) et **Cie**, *Paris*, 1, *rue des Vieilles-Haudriettes*. — Cylindres de zinc pour pile. — Rondelles pour pile Volta. N.

**58. L'Hôte** (Armand), *Paris*, 7, *rue Marqfoy*. — Charbons pour piles Bunsen et autres. S. 10.

**59. Loiseau** (Édouard), *Paris*, 35, *rue de Seine*. — Sel excitateur chromique permettant de faire à froid et instantanément une dissolution acidulée propre à charger les piles au bichromate de potasse. S. 10.

**60. Maiche** (Louis), *Paris*, 3, *rue Louis-le-Grand*. — Pile L. Maiche à reconstitution indéfinie, pile rem-

plaçant les accumulateurs pour la lumière électrique, la force motrice, etc. — Pile télégraphique L. Maiche, à dépolarisation spontanée indéfinie. P.

**61. Mangenot**, *Paris, 44 rue d'Ulm.* Piles au chlorure de plomb fondu. S. 9.

**62. Mathieu** (L.-A.), *Paris*, 20, *rue de Saintonge.* — Piles spéciales à l'horlogerie, piles médicales. — S. 10.

**63. Michaels** (J.-P.), *Paris*, 45, *avenue de l'Opéra.* — Vase poreux pour acide azotique. — Pile portative. — Éléments de pile à tension et quantité combinées. — Piles à urine, à sels divers. S. 12.

**65. Ministère de l'Agriculture et du Commerce** (Conservatoire national des arts et métiers), *Paris*, 292, *rue Saint-Martin.* — Pile à sulfate de cuivre de A.-C. Becquerel, 1829 (forme de tube en U). — Pile à sulfate de cuivre de Becquerel. — Pile thermo-électrique à sulfure de cuivre de M. Ed. Becquerel. — Pile thermo-électrique à alliage de cadmium de M. Ed. Becquerel. — Grand couple secondaire de M. Gaston Planté (1860). S. 20.

**66. Ministère des Postes et des Télégraphes**, *Paris*, 101, *rue de Grenelle.* — Piles. P. M.

**67. Mors**, *Paris*, 4 *bis*, *rue Saint-Martin.* — Pile P. Prudhomme; pile Camacho; pile L. Mors. N. S. C.

**68. Noé** (Charles-François.), *Paris*, 9, *rue Laromiguière.* — Piles de Melloni. S. 13.

**69. Pia** (Joseph). 34, *boulevard de Belleville.* — Nouvel appareil servant à transvaser les acides sans contact avec l'air. P.

**70. Planté** (Gaston), *Paris*, 56, *rue des Tournelles.* — Couples et batteries secondaires. N.

**71. Reynier** (Emile), *Paris*, 3, *rue Benouville.* — Pile électrique énergique, constante et inodore. — Produits à l'état liquide et à l'état sec, pour alimenter la pile. — Vases poreux et accessoires divers. S. 12.

**74. Sainte** (Aman), *Paris*, 25, *rue du Château-d'Eau. Entrée*, 22, *rue Taylor.* — Collection d'amiantes naturels pour piles sèches. S. 12.

**75. Samson** (Félix), *Paris*, 39, *avenue Duquesne.* — Élément de pile à tige de fer émaillé, emploi économique du fer isolé par l'émaillage. P. M.

**76. Serrin** (V.), *Paris*, 1, *boulevard Saint-Martin.* — Vide-tourie Serrin. S. 17.

**77. Société « La force et la lumière »**, *Paris*, 5, *avenue de l'Opéra.* — Pile Reynier agencée. Divers modèles de piles. Produits et sous-produits de la pile. Pile secondaire Faure agencée. Divers modèles. Commutateur Planté (modèle industriel). B. C. *o.*, S. 17.

**78. Société universelle d'électricité Tommasi** (Tommasi, *directeur*), 11, *rue de Provence, Paris.* — Piles électriques diverses. Piles secondaires. B. C. *o*, S. 16.

**79. Thiers** (Rodolphe), *Paris*, 91, *rue des Feuillantines.* — Pile sèche dite pile à aluminium (système Lacassagne et Thiers). Pile hydroplatinique. — Ceinture électromédicale, dite pile Volta. P.

**80. Tournade** (Hippolyte) *Fondettes* (*Indre-et-Loire*). — Cylindres et crayons en zinc pour piles de divers systèmes français et étrangers. S. 9

**81. Trouvé** (Gustave), *Paris*, 14, *rue Vivienne.* — Piles de tous systèmes. Pile Trouvé hermétique, humide, à courant constant et continu, portative pour la médecine et la chirurgie. Piles secondaires, piles chirurgicales. N, S. 9, S. 4.

**82. Ville de Paris** (Breguet, constructeur), *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*). — Piles Daniell (modèle Trouvé modifié). Piles Leclanché. N.

**83. Warnon** (Victor-Jules,) *Paris*, 25. 27, *rue de la Folie-Méricourt.* — Piles perfectionnées par le pôle condensateur, à grande force électromotrice. S. 17.

**84. Weill** (Michel), *Paris*, 15[illegible], *boulevard de Sébastopol.* — Pile [illegible]

re, destinée à des applications électromédicales. Modèles des appareils pouvant servir à ces applications, ainsi qu'à remplacer les piles du même genre actuellement en usage. S. 17

CLASSE 5.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

86. **Baudet** (Cloris), *Paris*, 90, *rue Saint-Victor*. Machines dynamo-électriques. S. 10.

87. **Bigeon** *Paris*, 75, *rue de la Tombe-Issoire*. — Machines magnéto-électriques. S. 16.

88. **Biloret et Mora**, *Paris*, 93 et 95, *boulevard Richard-Lenoir*. — Machine dynamo-électrique. S. 9.

89. **Bourdin** (C.), *Paris*, 13, *avenue de la République*. — Machine d'induction à fil triple, à grosseur illimitée sur un même noyau. S. 10.

90. **Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Machines magnéto-électriques et dynamo-électriques pour les laboratoires et pour l'industrie (systèmes Gramme et autres).
N. P. V., S. 13, S. 19, S. C., S. 7, S. 8, S. 18, B. C., *s*.

91. **Cance** (Alexis), *Paris*, 28, *rue Sedaine*. — Machine dynamo-électrique. N.

92. **Carré** (Ferdinand), *Paris*, 48, *rue de Reuilly*. — Machines magnéto-électriques et dynamo-électriques avec dispositions nouvelles. N., S. 12.

93. **Chameroy** (Hippolyte), *Maisons-Laffitte* (Seine-et-Oise). — Machine dynamo-électrique compensatrice. S. 14.

95. **Clerc**. *Paris*, 86, *avenue des Ternes*. — Machine dynamo-électrique (système Lambotte et Lachaussée). — Machine dynamo-électrique, système Kremenesky. B. C. *s*., S. 1.

96. **Compagnie** [illegible] **d'éclairage** [illegible] *de l'Opéra*. — Machine Gramme à courants alternatifs. — Machine magnéto-électrique Gramme, modifiée par M. Jamin, cinq types principaux. — Modèles divers de la lampe électrique de M. Jamin. — Une machine Gramme en fonction avec rechanges, actionnant de 50 à 60 lampes par un moteur à gaz de 25 chevaux. — Participation à l'éclairage de l'Exposition.
B. C. *s*., S. 2, S. 5, S. 3, S. 6, *e*., N. *o*.

97. **Compagnie parisienne d'éclairage par l'électricité** (**ancienne Alliance**), *Paris*, 25, *rue Dufrénay*. — Machines dynamo et magnéto-électrique, pour lumière, transmission de force motrice, galvanoplastie, etc. Système de l'Alliance et Wilde. B. C. *s*., S. 14.

100. **Delaurier** (E.), *Paris*, 77, *rue Daguerre*.— Machine magnéto-électrique de Pixii perfectionnée, à courant direct, pour galvanoplastie principalement. Même système à courant intermittent pour lumière électrique et transport de la force motrice. S. 11.

101. **Dubos** (Charles), *Paris*, 41, *avenue de La Motte-Piquet*. — Machine magnéto-électrique. — Machine dynamo-électrique pour la production de la lumière électrique. B. C., *n*.

102. **Gaiffe** (Ladislas-Adolphe), *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts*.— Machines magnéto-électriques et dynamo-électriques. S. 9, S. 13, P.

103. **Gérard** (A.), *Paris*, 8, *passage Cottin*. — Machine dynamo-électrique à 24 foyers et à 12 foyers. B. C., *s*., S. 16.

104. **Giraud** (F.), *Clichy*, 19, *rue de Paris*. — Machine magnéto-électrique à lumière (système J. Van Malderen modifié). N.

105. **Gire** (Emile), *Paris*, 4, *rue de la Gaîté*. — Moteur électro-dynamique pouvant marcher avec : 1 ou 6 électro-aimants et de 3 ou 30 éléments de Bunsen. B. C., *n*.

**106. Hardy. Hayet et Ligneroux,** successeurs, *Paris, 6, avenue La Motte-Piquet.* — Machines magnéto-électriques. S. C.

**107. Huetz** (Alphonse), *Paris*, 18, *rue Danville.* — Machines dynamo-électriques (système Huetz). P.

**110. Meritens** (de), *Paris*, 44, *rue Boursault.* — Machines adoptées pour l'éclairage des phares. — Machines magnéto-électriques pour l'éclairage général. — Machines (petit modèle) types d'ateliers. N., S. 9., P. M.

**111. Mignon et Rouart**, *Paris*, 137, *boulevard Voltaire.* — Machines magnéto-électriques Gramme. B. C. *s.*, S. 18.

**112. Pilleux et Quesnot,** à *l'Italienne*, près *Beauvais* (*Oise*). — Machine dynamo-électrique à hélice induite sans âme de fer et enveloppant l'inducteur mobile. S. 12.

**113. Radiguet et fils**, *Paris*, 15, *boulevard des Filles-du-Calvaire.* — Modèles en réduction pour la démonstration : machines magnéto-électriques mues par petites machines à vapeur. B. C., *n*.

**115. Sautter** (L.), **Lemonnier et C^ie^**, *Paris*, 26, *avenue de Suffren.* — Machines électriques de Gramme à courants continus pour la télégraphie optique, l'éclairage par foyers puissants, moyens ou petits. — Machine Gramme locomobile à lumière. — Machine Gramme à courant continus auto-excitatrice donnant 10 foyers.— Machines à courants alternatifs (système Jablochkoff). N., B. C. *s.*, S. 10.

**116. Siemens frères**, *Paris*, 8, *rue Picot.* — Machines dynamo-électriques pouvant alimenter un ou plusieurs foyers. — Machines dynamo-électriques à courants continus et à courants alternatifs. N., B. C. *s.*, B. C. *e.*, S. 13.

**117. Société Générale d'électricité** (procédés Jablochkoff), *Paris*, 61, *avenue de Villiers.* — Machines dynamo-électriques (système Jablochkoff). N., B. C. *s.*, S. B.

**118. Société Gramme**, *Paris*, 15, *rue Drouot.* — Machines Gramme pour tous usages : démonstrations, télégraphie, lumière, galvanoplastie, transmissions de force motrice, électro-chimie, etc. N.

**119. Société Lyonnaise de constructions mécaniques et de lumière électrique**, *Paris*, 19, *rue de Grammont.* — Système Lontin : petite machine dynamo-électrique de laboratoire à courant direct. — Machine dynamo-électrique à pignons à courant direct et continu pour arc voltaïque. — Machine dynamo-électrique à lumière à courants alternatifs (fractionnement dans la production des courants).— Machine magnéto-électrique à pignon (fractionnement dans la production des courants).

Système Bertin : Machine dynamo-électrique à anneau denté pouvant à volonté servir à des emplois différents dans l'application d'un courant direct et continu. — Machine dynamo-électrique à anneau denté pour courants alternatifs (fractionnement dans la production des courants).— Machine magnéto-électrique à anneau denté (fractionnement dans la production des courants). N., B. C., *s.*, S. 19.

**120. Trouvé** (G.), *Paris*, 14, *rue Vivienne.*— Machines magnéto-électriques et dynamo-électriques. N., S. 9, S. 4.

## GROUPE II.

### TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITE

—

### CLASSE 4.

CABLES, FILS ET ACCESSOIRES.

PARATONNERRES.

**122. Alamagny et Oriol,** *Saint-Chamond* (*Loire*). — Fils isolés

pour télégraphie, sonneries, téléphonie, recouverts en tressage de soie, coton, laine, etc. — Fils de cuivre recouverts de soie, etc. — Câbles sous plomb pour télégraphie, téléphonie, lumière et autres usages. P.

**123**. **Barbier** (E.-F.), *Paris*, 9, *rue Fromentin*. — Câbles et fils isolés (système Barbier et Lartigue). S. 16.

**124**. **Beaufils** (M.-F.), *Paris*, 4, *boulevard Saint-André*. — Paratonnerres à métal fusible. P. M.

**125**. **Biloret et Mora**, *Paris*, 93 et 95, *boulevard Richard-Lenoir*, — Fils et câbles télégraphiques; pointes de paratonnerres. S. 9.

**126**. **Boileau**, père. *Paris*, 11, *rue de Sèvres*. — Modèle de poteau ou obélisque télégraphique en fonte par assises à jour. N.

**127**. **Boivin** (Arsène), *Paris*, 16, *rue de l'Abbaye*. — Paratonnerres modèles divers. S. 15, S. 2, B. C. *e*.

**128**. **Bonis** (Mme), *Paris*, 18, *rue Montmartre*. — Fils pour appareils électriques; cuivre garanti de haute conductibilité, isolé de soie, de coton, de gutta-percha; enduits de toutes sortes; câbles souterrains, fils et cordons spéciaux pour téléphones, fils de toutes résistances. S. 16.

**129**. **Borrel** (Amédée-Philippe), élève et successeur de **J. Wagner** neveu, *Paris*, 47, *rue des Petits-Champs*. — Paratonnerres. S. 19, P. V.

**130**. **Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Fils conducteurs de toutes dimensions pour télégraphie, téléphonie, lumière électrique, fils de fer et de cuivre, isolés ou nus. — Fils de terre pour la télégraphie. — Isolateurs en porcelaine, de tous modèles.
N., P. V., S. 13, S. C., S. 19, S. 7, S. 8.

**131**. **Callaud** (A.), et fils, *Nantes*, 26, *rue du Bocage*. — Paratonnerres à tige démontable (système Callaud adopté par le ministère de la guerre pour les poudrières de l'Etat); accessoires. Paratonnerres pour la marine. S. 17.

**132**. **Carue** (Ph.-J.-B.), *Paris*, 269, *rue Saint-Denis*. — Cordes, cordages et câbles en fil de fer, laiton, cuivre, etc., pour paratonnerres, signaux, téléphonie, lumière électrique, etc. S. 15.

**133**. **Chappée** (Armand), *Le Mans (Sarthe)*. — Tuyaux et raccords employés pour l'établissement des lignes télégraphiques et pneumatiques. Divers systèmes de joints. N.

**134**. **Charlot et Cie**, *Paris*, 25, *rue Saint-Ambroise*. — Fils et câbles isolés au caoutchouc pour lumière électrique; fils isolés à la gutta pour tous appareils électriques. S. 14.

**135**. **Chauvin** et **Marin-Darbel**, *Paris*, 25, *rue du Banquier*. — Machine de 60 tonnes pour essayer les câbles. Machine de 700 kilogr. (système Chevefy) et machine de 2000 kilogr. pour les fils métalliques et autres. N.

**136**. **Collin** (Armand, François), *Paris* 118, *rue Montmartre*. — Paratonnerres pleins, creux, de marine, paratonnerre-girouettes. Câbles, supports, colliers, conducteurs rigides et raccords à vis, perdfluide, etc. Pointes de platine et de cuivre rouge. Pointes multiples. S. 19, N. P. V.

**137**. **Compagnie anonyme des forges de Châtillon et Commentry**. *Paris*, 4, *rue Charras*. — Fils de fer et fils d'acier pour transmissions télégraphiques et téléphoniques. S. 13.

**138**. **Deleuil** (Jean-Adrien), *Paris*, 42, *rue des Fourneaux*. — Pointes de paratonnerres. S. 13.

**139**. **Dopfeld** (Jean-Nicolas), *Paris*, 52, *rue des Tournelles*. — Fils de cuivre, rosette, haute conductibilité pour la télégraphie, la téléphonie et autres emplois, de 1/10 de millimètre de diamètre et au-dessus. S. 15.

**140**. **Douce et Cie**, *Paris*, 116, *rue de Rivoli*. Articles pour paratonnerres; fils conducteurs, câbles. S. 15.

**141**. **Fontenilles** (Victor), *Paris*, 38, *boulevard Haussmann*. — Câbles, fils et accessoires, paratonnerres. S. 15.

**142**. **Frion et Thierré**. *Paris*, 50, *rue du Roi-de-Sicile*. — Isolateurs en porcelaine, poulies, bagues et boutons de sonnettes. S. 14.

**143**. **Hache** (Ad.), et **Pépin-Lehalleur**, *Vierzon* (*Cher*). — Isolateurs de porcelaine. S 16.

**144**. **Hardy Hayet et Ligneroux**, successeurs, *Paris*, 6, *avenue La Motte-Piquet*. — Paratonnerres. S.

**145**. **Hodel** (Jean-Henri), *Bordeaux*

57, *rue Fondaudège*. — Fil compensé galvanisé. — Fil compensé inattaquable par la rouille. S. 16.

**146. Hubin** (F.), *Paris*, 14, *rue de Turenne*. — Tubes en plomb de grandes longueurs pour câbles électriques souterrains. N.

**147. Hunebelle** (Jules), *Paris*, 2, *rue de Solférino*. — Nouveau système de rail composé pour chemins de fer, contenant intérieurement un câble pour la télégraphie électrique. P.

**148. Jarriant,** *Paris*, 58, *rue Pierre-Charron*. — Paratonnerres. S. 10.

**149. Lagarde** (Joseph), *Paris*, 15, *rue de Sèvres*. — Isolateur à simple cloche, en porcelaine. — Isolateur en porcelaine avec cloche préservatrice en fonte malléable. — Isolateur (petit modèle) en porcelaine, tube coudé en porcelaine pour les boites de coupure pour l'entrée des fils aériens dans les bureaux télégraphiques et les boîtes de coupure. P. M.

**150. Laveissiere** (J.-J.) et fils, *Paris*, 58, *rue de la Verrerie*. — Fils de cuivre de haute conductibilité de toutes dimensions et par grandes longueurs, avec les éléments nécessaires pour essayer sur place la conductibilité des fils exposés. — Plomb en tuyaux de grandes longueurs pour enveloppe de fils ou de câbles. N.

**151. Legras** (Fr.-Th.), *Saint-Denis*, 81, *avenue de Paris*. — Embase pour paratonnerre, isolateurs pour fils électriques. P. M.

**152. Lenczewski** (Ladislas), *Paris*, 25, *rue de la Montagne-Sainte-Geneviève*. — Paratonnerres. S. 13, P.

**153. Létrange** (L.) et **C**[ie], *Paris*, 1, *rue des Vieilles-Haudriettes*. — Tuyaux de plomb pour enveloppes de câbles électriques. — Fil de cuivre rouge pour conducteurs. N.

**154. Lichtenfelder** (Guillaume), *Paris*, 45, *avenue de la Grande-Armée*. — Poteaux de tôle, simples et accouplés. — Paratonnerres pour les campagnes. N.

**155. Mangenot**, *Paris*, 48, *rue d'Ulm*. — Echantillons de câbles léger, de câbles sur bobine, de câbles sur carte. S. 9.

**156. Ménier**, *Paris*, 7, *rue du Théâtre*. — Câbles télégraphiques souterrains et sous-marins. S. C.

**157. Menusier** (Ernest), *Versailles*, 16, *rue Montbauron*. — Fil nu inoxydable, accumulateur sans résistance, contre la déperdition du fluide. — Paratonnerre pour meules et granges. S. B.

**158. Ministère des Postes et des Télégraphes**, *Paris*, 101, *rue de Grenelle*. — Matériel de lignes télégraphiques aériennes, souterraines et sous-marines. P. M.

**159. Mors,** *Paris*, 4 *bis*, *rue Saint-Martin*. — Paratonnerres et accessoires. — Paratonnerres tubulaires. N., S. C.

**160. Mouchel** (J. O.), *Paris*, 10, *rue Commines*. — Fils électriques de haute conductibilité. Fils de résistance, cuivre et maillechort. S. 16.

**161. Oeschger, Mesdach** et **C**[ie], *Paris*, 28, *rue Saint-Paul*. — Fils de cuivre rouge de haute conductibilité. zincs tournés pour piles. S. 16.

**162. Papin,** *Paris*, 51, *boulevard Montparnasse*. — Chambre en fonte s'adaptant aux câbles télégraphiques et aux tubes des lignes souterraines. — Poteaux télégraphiques métalliques. N.

**163. Paris** (E.), au *Bourget* (*Seine*). — Isolateurs métalliques à scellement vitreux. — Tuyaux de fonte émaillée pour télégraphie souterraine. — Crochets émaillés pour télégraphes. S. 12.

**164. Parod** (Ernest-Ulysse), au *Plessis-Trévise, par Villiers-sur-Marne* (*Seine-et-Oise*).

*Canalisation de l'électricité*. — Consistant en un condensateur dont les armatures servent de lames conductrices et s'étendent du lieu de production du fluide aux points extrêmes où ce fluide doit être utilisé.

L'électricité est ainsi placée dans des conducteurs qui sont, comme les conduits d'eau et de gaz, de véritables réservoirs ayant une tension uniforme d'une extrémité à l'autre, et de même que ces fluides elle peut être transmise aussi loin que l'on veut, même à plusieurs centaines de kilomètres et distribuée à chacun

en telle quantité et pour tel usage qui pourra lui convenir : force motrice, lumière, chaleur, électrochimie, télégraphie, etc.

L'électricité s'échappe directement dans les fils de prise à travers un diaphragme ou bloc matériel au degré voulu de médiocre conductibilité dont la fonction analogue à celle des jauges employées pour les prises d'eau, est de modérer l'intensité des courants de sortie et d'éviter la détérioration des fils de prise.

Chacune des armatures conductrices en métal peut être doublée d'une deuxième armature constituée en toute substance perméable à l'électricité, liquides, sels et oxydes métalliques, minium, résine, etc., formant une sorte d'éponge qui se sature dans toute la masse du fluide amené par les armatures conductrices. Cette deuxième armature qui augmente considérablement la capacité électrique des réservoirs conducteurs et constitue un véritable volant d'électricité ou *accumulateur*, restitue aux prises, à l'instant voulu, le fluide qu'elle a accumulé pendant les intermittences de la distribution et leur fournit des courants d'intensité absolument constante et uniforme. B. C., *o.*

165. **Perin-Grados,** *Paris*, 106, *boulevard Richard-Lenoir.* — Paratonnerres et leurs accessoires. — Ornements en zinc et plomb pour la décoration des embases de paratonnerres, girouettes, roses des vents, etc S. 10.

166. **Preisch** (P.), *Paris*, 82, *boulevard Richard-Lenoir.* — Tendeur isolant pour fils télégraphiques. S. 16

167. **Rattier** et **C<sup>ie</sup>**, *Paris*, 4, *rue d'Aboukir.* — Câbles électriques souterrains et sous-marins isolés à la gutta-percha et au caoutchouc.— Câbles pour lumière électrique, téléphone, torpilles et télégrahie militaire. — Fils pour sonneries électriques. — Fournisseurs des gouvernements français et étrangers et des chemins de fer. S. C,

168. **Schneider** et **C<sup>ie</sup>**. — Houillères, forges, aciéries et ateliers de constructions, *Paris*, 56, *rue de Provence, et au Creusot* (*Saône-et-Loire*). — Fils télégraphiques en acier. S. 15

169. **Société anonyme de câbles électriques** (système Berthoud, Borel et C<sup>ie</sup>), *Paris*, 33, *boulevard Haussmann.* — Une presse hydraulique pour la fabrication des câbles électriques avec ses chaudières et sa pompe de compression. — Condensateurs électriques. — Câbles souterrains pour télégraphie, téléphonie, lumière et transmission de la force. — Câbles sous-marins. — Moteurs électriques. B. C. *s.*, S. C.

170. **Société anonyme des hauts-fourneaux, fonderies et forges de Franche-Comté,** *Paris*, 116, *avenue Daumesnil.* — Fils de fer télégraphiques galvanisés; fils de fer galvanisés pour armatures de câbles sous-marins et souterrains et paratonnerres, consoles, crochets, tendeurs, vis galvanisées, isolateurs scellés avec armatures, poteaux métalliques, paratonnerres. S. C.

171. **Société anonyme « Le Nickel »**, *Paris*, 58, *rue de la Chaussée-d'Antin.* — Fils conducteurs. — Pointes de paratonnerres. S. 15.

172. **Société parisienne de fonderie et laminage,** (Martin, directeur), *Paris*, 11, *rue du Chemin-Vert.* Usine hydraulique à Beron-la-Mulotière. — Fils cuivre rosette à haute conductibilité.—Lacets métalliques, rosette, pour enveloppe des fils télégraphiques souterrains. — Cuivre rouge fin (concession française des mines du Var). S. 15.

173. **Taille** (de la), *Orléans.* — Poteaux de fer T et I à 30 fils. — Poteaux de fer T et I pour lignes secondaires, de 1 à 8 fils. P. M.

— **Taverdon** (A.-L.), *Paris*, 36, *rue de l'Arbalète.* — Joints flexibles pour canalisateurs télégraphiques ou pneumatiques. N.

174. **The india rubber gutta-percha and telegraph works C<sup>o</sup> Limited,** *Persan-Beaumont* (*Seine-et-Oise*). — Câbles télégraphiques et téléphoniques. — Câbles sous ruban, tresse ou plomb. — Câbles armés de fils de fer. — Câbles pour lumière électrique. — Fils conducteurs et pour bobines; caoutchouc durci pour isolement. S. C.

175. **Videcoq** (Félix-Auguste), *Ru-*

*gles* (*Eure*). — Fils de très haute conductibilité pour appareils électriques et câbles télégraphiques. S. 16.

**176**. **Ville de Paris** (Jarriant, constructeur, *Paris*, 58, *rue Pierre-Charron*). — Modèle en relief de l'hôtel Carnavalet, portant application du système de protection des édifices contre la foudre, adopté par la Commission municipale. P. V.

**177**. **Weiller** (A.) et **Montefiore-Levi,** *Angoulême* (*Charente*). — Fils de bronze phosphoreux pour transmissions télégraphiques, téléphoniques et pour machines électriques. — Fils de cuivre pur. P.

## GROUPE III.

### ÉLECTROMÉTRIE.

—

## CLASSE 5.

### APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

**178**. **Bigeon**, *Paris*, 73, *rue de la Tombe-Issoire*. — Galvanomètres divers; galvanomètre différentiel à réglage pour mesurer les forts courants. S. 16.

**179**. **Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Appareils concernant les mesures électriques. Galvanomètres à suspension et à réflexion. Systèmes astatiques différentiels. Galvanomètre M. Deprez. Caisses de résistances. Condensateurs de précision. Electromètre capillaire de G. Lippmann. Rhéostats de Wheatstone, de Pouillet, de Poggendorf, de Ed. Becquerel. Pont de Wheatstone.
N., P. V., S. 13, S. C., S. 19, S. 7, S. 8.

**180**. **Carpentier** (J.-A.-M.-L.), successeur de Ruhmkorff, *Paris*, 15, *rue Champollion*. — Electromètres-Galvanomètres. Boussoles. Electrodynamomètre. — Electromètres Mascart. Galvanomètre et mesureur d'énergie Deprez. Indicateur de vitesse Deprez. S. 13, S. C.

**181**. **Delaurier** (E.), *Paris*, 77, *rue Daguerre*. — Appareil pour mesurer la quantité d'électricité. — Galvanomètre pour une étude spéciale su la direction de l'aiguille aimantée. S. 11.

**182**. **Deschiens** (Joseph-Eugène), *Paris*, 123, *boulevard Saint-Michel*. — Galvanomètres. — Caisses de résistances. S. C.

**183**. **Digney** (frères), *Paris*, 6 et 8, *rue des Poitevins*. — Galvanomètres. — Caisses de résistances. S. C.

**184**. **Ducretet** et **C**[e], *Paris*, 75, *rue des Feuillantines*. — Electromètres divers. — Galvanomètres. — Electro-dynamomètres. — Mesure des résistances. S. 13.

**185**. **Dumoulin - Froment** *Paris*, 85, *rue Notre-Dame-des-Champs*. — Rhéostats de divers types. — Compas pour mesurer le diamètre des fils conducteurs, dont l'un donne le centième et l'autre le millième de millimètre. S. 13.

**186**. **Estienne**, *Paris*, 132, *boulevard de Vaugirard*. — Galvanomètre. P. M.

**187**. **Gaiffe** (Ladislas - Adolphe), *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts*. — Galvanomètres de Thomson à suspension bifilaire. — Galvanomètres d'intensité et de force électro-motrice. — Caisses de résistances, ponts de Wheatstone, voltamètres. S. 9, S. 13, P.

**188**. **Hardy**, **Hayet** et **Lignereux**, successeurs, *Paris*, 6, *avenue La Motte-Piquet*. — Galvanomètres. S. C.

**189**. **Jacquez** (Ernest), *Paris*, 26, *rue Bertrand*. — Appareil pour mesurer l'intensité de la foudre par le mouvement d'une hélice de zinc, sous l'influence de la chaleur produite par la décharge électrique. P. M.

**190**. **Legras** (François-Théodore), *Saint-Denis*, 81, *avenue de Paris*. — — Electromètres, — Voltamètres. P. M.

**191**. **Leguay** (E.), *Paris*, 79 et 81, *rue de la Tombe-Issoire*. — Instruments de mesures électriques, appareils de résistances réglés à 1/1000 près. — Pont de Wheatstone. — Balance de comparaison. — Galvanomètres, appareils de démonstration pour les cours et appareils de mesures usuelles. — Etalons divers. S. 13.

**192**. **Lenczewski** (Ladislas) et **C**[e],

*Paris*, 25, *rue Montagne-Sainte-Geneviève*. — Appareil Melloni : galvanomètres avec piles thermo-électriques. S. 13, P.

**193. Marcillac** (Paul-Antoine-Marie), *Paris*, 19, *passage Bosquet*. — Rhéostats circulaires. — Boîtes de résistances. P. M.

**194. Mercadier** (E.), *Paris*, 65, *rue de Bourgogne*. — Électro-diapasons pour essais de piles et autres usages. — Installation d'appareils pour les mesures électriques. P. M.

**195. Ministère de l'Agriculture et du Commerce** (Conservatoire national des Arts et Métiers), *Paris*, 292, *rue Saint-Martin*. — Boussole des sinus de Pouillet, construite par M. Brunner. — Boussole des tangentes de Pouillet, construite par M. Brunner. — Actinomètre électro-chimique de M. A.-Ed. Becquerel, 1841 (appareil original). — Rhéostat à colonne liquide, de M. Ed. Becquerel. — Balance électro-magnétique de Becquerel, construite par M. Bianchi. — Thermomètre électrique de M. Ed. de Becquerel. — Pyromètre thermo-électrique de M. Ed. Becquerel. S. 20.

**196. Ministère de la Marine et des Colonies**, *Paris*. — Indicateur d'intensité Jacquemier. — Rhéostat de Gérando. N.

**197. Ministère des Postes et des Télégraphes**, *Paris*, 101, *rue de Grenelle*. — Instruments de mesure électrique. P. M.

**198. Noé** (Charles-François), *Paris*, 9, *rue Laromiguière*. — Galvanomètres. S. 13.

**199. Postel-Vinay**, *Paris*, 58, *rue Vaneau*. — Appareils pour les mesures électriques : boîtes de résistances et galvanomètres à miroir. Compas de marine. S. C.

**200. Solignac** et **Cᵉ**. Société d'études et constructions électriques, *Paris*, 208, *rue Saint-Maur*. — Indicateurs pour courants à lumière. — Rhéostats à charbons. — Galvanomètre avec remise au zéro. — Galvanomètre de grande sensibilité. — Sonnerie galvanométrique. — Téléphone galvanométrique. S. 12.

**201. Trouvé** (G.), *Paris*, 14, *rue Vivienne*. — Galvanomètres, voltamètres, appareils de résistances ou rhéostats. N., S. 9, S. 13, S. 4.

## GROUPE IV.

### APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

—

## CLASSE 6.

### TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**202. Aboilard** (Louis), *Paris*, 161, *rue de Courcelles*. — Boutons d'appel, sonneries électriques. — Pédales pour salles à manger, contacts de sûreté pour portes et ouvertures de coffres-forts, avertisseur d'incendie. — Tableaux indicateurs. S. 15.

**203. Achard** (Auguste), directeur de la Société Nouvelle de l'Embrayage par l'électricité. — *Paris*, 60, *rue de Provence*. — Freins électriques et accessoires, raccords électriques, etc., appliqués à titre d'essai sur des voitures des chemins de fer de l'État B. C., *e*.

**204. Arlincourt** (Ludovic d'). — *Paris*, 157, *avenue d'Eylau*. — Relais d'appareils quelconques. — Relais doubles de translation avec décharge. — Appareils imprimeurs et autographiques. S. 14.

**205. Baillehache** (E. de), *Paris*, 54, *rue Ampère*. — Types d'appareils imprimeurs à 26, 28, 40 divisions (système de Baillehache). P.

**206. Barrière** (L.) et Cⁱᵉ, *Paris*, 22, *rue Saint-Sabin*. — Vis cylindriques. — Bornes en cuivre. — Serre-fils et toutes pièces détachées nécessaires à la construction des appareils télégraphiques et téléphoniques. S. 15.

**207. Baudot** (J.-M.-E.), *Paris*, 181, *rue de Vaugirard*. — Appareils imprimeurs à trasmission multiple. P. M.

**208. Bigeon**, *Paris*, 73, *rue de la Tombe-Issoire*. — Manipulateurs à claviers. — Appareils imprimeurs. S. 16.

**209. Biloret** et **Mora**, *Paris*, 93 et 95, *boulevard Richard-Lenoir*. — Appareils télégraphiques. — Son-

ger, tirages pour portes d'entrées, pour lit et salle de bain, contacts de sûreté pour portes, croisées ou coffres-forts, interrupteurs et commutateurs. Pédales. Gâche électrique. Avertisseur d'incendie. S. 15.

**242. Ducousso** (frères), *Paris*, 82, *rue Vaneau*. — Commutateur à enclanchement pour chemins de fer à double ou simple voie. — Modèle de son application pour une ligne à double voie (block-system). P.

**243. Dumoulin-Froment**, *Paris*, 85, *rue Notre-Dame-des-Champs*. — Appareil Hughes de divers types. — Appareil autographique de Caselli. — Télémètre électrique de M. Le Goarant de Tromelin pour le service des torpilles sous-marines. S. 13.

**245. Estienne**, *Paris*, 132, *boulevard de Vaugirard*. — Rouet pour appareil télégraphique, à partie centrale élastique, s'emboîtant au lieu de se visser. P. M.

**246. Fontenilles** (Victor), *Paris*, 38, *boulevard Haussmann*. — Sonneries pour appartements ; cloches électriques pour châteaux, hôtels, etc. — Avertisseurs. — Télégraphie domestique. S. 15.

**247. Gaiffe** (Ladislas-Adolphe), *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts*. — Sonnettes électriques. — Télégraphie civile et militaire. S. 9, S. 13, P.

**248. Gautier** (E.), *Paris*, 48, *rue de l'Université*. — Sonneries électriques. — Paratonnerres. — Nouveau système d'avertisseur pour réservoirs indiquant le trop plein et le vide. S. 11.

**249. Gautret** (Pierre-Théophile), *Paris*, 10, *rue de Grenelle*. — Quatre roues des types pour appareils télégraphiques imprimeurs Hughes et Baudot, reproductions obtenues par la galvanoplastie. P. M.

**250. Geoffroy** (Victor), *Montreuil-sous-Bois*, 15, *rue des Gatines*. — Appareil avertisseur automatique. S. B., B. C. *n*.

**251. Germain** (P.). *Clermont-Ferrand*. — Matériel de lignes et bureaux télégraphiques. — Pile. — Tableaux des courbes. — Boîte à dépêches en volcanite. P. M.

**252. Gits** (S.). *Paris*, 59, *rue de la Roquette*. — Tirages de sonneries électriques. P.

**253. Gras** (Jules). *Paris*, 41, *rue Bellechasse*. — Parleurs-avertisseurs militaires avec transformation instantanée des communications fonctionnant à volonté en translation ou non à l'aide des courants continus ou des courants intermittents ; résistances variables ; appels permanents ; contrôleurs constants de l'état de la ligne, etc. P. M.

**254. Grassi et Beux**. *Grenoble, au télégraphe*. — Rappel-sonnerie électrique non aimanté, par inversion de courants, destiné à faire rentrer un poste télégraphique dans le circuit. — Télégraphie des chemins de fer : appareil en service à la gare de Moiran (Isère) depuis 1879. — Télégraphie de l'État. P. M.

**255. Gravollet** (Édouard). *Paris*, 38, *boulevard Beaumarchais*. — Papier-bande de toutes qualités et largeurs pour appareils télégraphiques. S. 16.

**256. Gressier** (Edmond), *Paris*, 3, *de Lyon*. — Appareil à pétards pour signaux de chemin de fer, avec avertisseur électrique. P.

**257. Guerin** (Emile). *Paris*, 5, *rue Montmorency*. — Sonnerie électrique avec piles. — Tableau indicateur. S. 9, S. 11, S. 16.

**258. Guggemos** (Marius). *Amiens*, 73, *rue Saint-Fuscien*. — Appareil de correspondance à touche à un seul fil, se contrôlant lui-même, pouvant servir à tout échange d'indications convenues et assurant à distance les commandements relatifs aux appareils d'enclanchement (système Saxby et Farmer) appliqués à la manœuvre des aiguilles. S. C.

**259. Hardy. Hayet** et **Lignereux**, successeurs, *Paris*, 6, *avenue La Motte-Piquet*. — Télégraphes octuples, télégraphe autographique, télégraphe imprimeur Hayet, sonneries et tableaux d'appartement, sonneries, rappels, parleurs, anémomètre. S. C.

**260. Hequet** *Paris*, 103, *rue de Grenelle*. — Electro-aimants à culasse coupée et mobile. — Relais de translations à décharge mécanique et muni des électro-aimants spécifiés ci-dessus. P. M.

**261. Herz** (C.). *Paris*. — Télégraphe de quartier, service particulier et municipal (systèmes américains). N.

**262. Jacquemier** (Raoul). *Paris*, 122, *avenue de Neuilly*. — Télégraphe imprimeur. N.

**263. Jarriant**. *Paris*, 58, *rue Pierre-Charron*. — Signaux et sonneries électriques. S. 8, S. 10.

**264. Joly** (Alphonse). *Paris*, 19, *rue du Cherche-Midi*. — Récepteurs. — Relais à double réglage par un seul axe. — Télégraphe optique de jour et de nuit. — Avertisseur électrique contre les incendies indiquant lui-même les dérangements de son mécanisme. — Mât de signaux à répétiteur et à sonnerie pour chemin de fer, pour les temps brumeux. P.

**265. Jordery** (Claude). *Paris*, 26, *rue Montaigne*. — Télégraphe électrique écrivant. Appareil de démonstration pour la transmission rapide des dépêches en écriture courante. P. M.

**266. Lapointe** (G.). *Paris*, 9, *rue Saint-Sébastien*. — Pièces tournées, assemblées ou détachées, vis cylindriques, bornes, serre-fils, etc., pour la télégraphie, téléphonie et microphonie, servant à la fabrication de ces pièces. S. 13.

**267. Lartigue**. *Paris*, 60, *rue de la Tour*. — Modèles et pièces d'appareils appliqués à l'exploitation des chemins de fer; commutateur à mercure. Declic électrique. — Chronographe. — Appareils divers. S. 14.

**268. Leblanc** (H.), et **Loiseau** (A.). *Paris*, 57, *rue Fontaine-au-Roi*. — Protecteur électrique automatique de passage à niveau. — Block-system. — Pédales. — (Modèles des appareils fonctionnant sur le réseau de l'État, ligne de Tours à Châteauroux.) N.

**269. Lenczewski** (Ladislas) et C^ie^, *Paris*, 25, *rue de la Montagne-Sainte-Geneviève*. — Commutateurs, sonneries électriques simples, à voyants et à relais. S. 13, P.

**270. Letourneau** (Édouard), *Paris*, 37, *avenue Montaigne*. — Paratonnerres système Bertsch à pointes multiples et à boîte en fonte. — Paratonnerres à pointes multiples et à lame de gutta-percha (modèles de l'Administration des postes et des télégraphes). S. 15.

**271. Létrange** (L.) et C^ie^. *Paris*, 1, *rue des Vieilles-Haudriettes*. — Timbres emboutis de bronze malléable de toutes dimensions. N.

**273. Maiche** (Louis) et C^ie^, Société de l'Electrophone, *Paris*, 3, *rue Louis-le-Grand*. — Système télégraphique imprimeur L. Maiche, fonctionnant à grandes distances par la condensation de très faibles courants. P.

**274. Mandroux** (L.-V.). *Paris*, 71, *rue Caumartin*. — Relais polarisé pour transmissions sous-marines. — Déclanchement mécanique de la détente de l'appareil Hughes (en collaboration avec M. Paul Terra). P. M.

**275. Mangenot**. *Paris*, 48, *rue d'Ulm*. — Télégraphe de campagne, poste imprimeur, télégraphe sous-marin, giberne électrique. — Application des courants d'induction. S. 9.

**276. Marcillac** (Paul-Antoine-Marie). *Paris*, 19, *passage Bosquet*. — Relai différentiel. P. M.

**277. Menusier** (Ernest). *Versailles*-16, *rue Montbauzon*. — Transmission de dépêches entre les trains en marche et les gares; transmission entre les navires en mer et la terre-ferme; stations télégraphiques sur mer; sonde marine électrique. S. B.

**278. Meyer** (Bernard). *Paris*, *boulevard Saint-Denis*, 1. — Appareils télégraphiques. — Transmissions multiples par le même fil, système à récepteurs indépendants et uniformes. — Transmissions multiples par le même fil entre plusieurs villes. P. M.

**279. Michaels** (J.-P.), *Paris, 45, avenue de l'Opéra.* — Carillon électrique. S. 12.

**280. Mildé** (Charles) fils. — *Paris, 3, rue de Monceau.* — Sonneries et signaux électriques pour appartement et chemin de fer. — Boutons de sonnettes avertisseurs des incendies (système Gaulne et Mildé). S. 14.

**281. Ministère de la Guerre.** — *Paris.* Une voiture-poste de télégraphie militaire nouveau modèle. — Un chariot télégraphique. N.

**282. Ministère de la Marine et des Colonies** *Paris.* — Télémètre de Tromelin. Indicateur électrique de Gérando. Répétiteur, rhéostat et loch électrique Garnier. Transmetteur d'ordres Létard. Télémètre et enregistreur anémométrique Jacquemier. N.

**283. Ministère des Postes et des Télégraphes.** *Paris, 101, rue de Grenelle.* — Systèmes télégraphiques à signaux fugitifs (appareils alphabétiques et à signaux conventionnels). — Systèmes télégraphiques à signaux persistants. (Appareils à signaux conventionnels, appareils imprimeurs.) Appareils à composition préalable et à transmission automatique. Systèmes permettant l'échange simultané de plusieurs dépêches par un même fil. (Transmission duplex. Transmission multiple.) Appareils servant aux transmissions sous-marines. Appareils autographiques. Appareils accessoires en usage dans les bureaux télégraphiques. — École supérieure de télégraphie : organisation et travaux de l'école, appareils d'étude et de recherches du laboratoire. — Appareils divers exposés par des agents du service télégraphique. P. M.

**284. Mirand** (fils). *Paris, 57, rue Galande.* — Sonnettes électro-magnétiques. S. 11.

**285. Monti** (Ch.). *Paris, 127, rue Oberkampf.* — Claviers en ivoire et celluloïd pour la télégraphie. P.

**286. Mors.** *Paris, 4 bis, rue Saint-Martin.* — Sonneries électriques. Tableaux indicateurs. Electro-sémaphores. Tesse, Lartigue et Prudhomme. Appareils de sécurité pour les tirs. Appareils indicateurs pour enclanchements Saxby et Farmer. Répétiteur de sémaphore Tesse et Lartigue. Appareils de protection pour passage à niveau. N., S. C.

**287. Nacfer** (J.), *Amiens.* — Transmetteur Morse circulaire à manette centrale. P. M.

**288. Napoli** (D.), *Paris, 98, Faubourg-Poissonnière.* — Contrôleur de ronde de nuit. N.

**289. Netter** (J.), et **Pilard** frères, *Paris, 62, rue de la Voûte.* — Un appareil avertisseur de trains de chemin de fer, par M. Jules Netter. — Un disque électrique pour chemins de fer par MM. Pilard frères. S. 16.

**290. Noé** (Charles-François), *Paris, 9, rue Laromiguière.* — Télégraphe à cadran et télégraphe Morse pour la démonstration. S. 13.

**291. Noël** (Dr Léopold), *Noyers-Saint-Martin (Oise).* — Télégraphe typographique à transmissions multiples et duplex, par un distributeur non-synchronique mais à courants alternatifs faisant navette d'un poste à l'autre. S. 11.

**292. Olsen** (Arthur), *La Rochelle.* — Appareil indicateur destiné à faire connaitre les postes d'où partent les appels de nuit utilisé concuremment avec un parleur ordinaire. P. M.

**293. Passaquay** (René), *Mâcon.* — Système de transmission électro-autographique rapide (système André). S. 17.

**294. Pelletier** (A.-L.), *Paris, 78, rue de Rome.* — Types de sonneries comprises dans la série de la ville de Paris. Tableaux indicateurs pour hôtel meublé de 4 étages de 6 chambres chacun, avec tableau répétiteur pour contrôler le service des garçons. Appareils de luxe. Accessoires. Tableaux indicateurs à déclanchement par secteurs divisés donnant des appels simples ou multiples (systèmes au moyen desquels on fait savoir non seulement quelle est la pièce où se fait l'appel, mais encore quel est le but dudit appel). Electrophone ou trompette électrique. S. 15.

**296. Postel-Vinay** (A.), *Paris*, 58, *rue Vaneau*. — Appareils de télégraphie, récepteurs et manipulateurs des systèmes Hughes, Wheatstone, Morse, à cadran, etc. Appareils à signaux pour l'application du block-system aux chemins de fer. Isolateurs. S. C.

**297. Rault** et **Chassan**, *Paris*, 62, *rue Bonaparte*. — Poste Morse portatif à ancrage automatique et réglage à noyau mobile. — Appareil Morse à ancrage automatique et réglage à noyau mobile. P. M.

**300. Rouvier** (Joseph-Antoine-Charles), *Nîmes*, 21, *rue de Sauve*. — Un appareil télégraphique imprimeur. (Modifications de l'appareil Hughes permettant d'utiliser les deux sens du courant.) P. M.

**302. Sambourg**, *Neuilly*, 31, *avenue de Neuilly*. — Relais sans réglage. P. M.

**303. Sauvajon** (Joseph), *Tournon* (*Ardèche*). — Tableau représentant un appareil automatique électrique de protection des trains en marche. Block-system français. P. M.

**304. Sazérat** (Jean) et **Lorel** (Emile), *Brest*. — Communication électrique automatique pour la sécurité des trains en marche dans tous les sens, et leur relation avec les gares correspondantes(projet). P. M.

**305. Sieur** (Jules-Xavier-Eugène), *Paris*, 58, *boulevard Saint-Marcel*. — Divers systèmes de double transmission télégraphique dans le même sens et en sens inverse. P. M.

**306. Société universelle d'électricité Tommasi** (Tommasi, directeur), 11, *rue de Provence*, *Paris*. — Appareils télégraphiques. S. 16.

**307. Solignac** et **C^ie**, Société d'études et constructions électriques, *Paris*, 208, *rue Saint-Maur*. — Sonneries électriques, boutons et tableaux indicateurs. S. 13.

**308. Terral** (Paul), *Paris*, 46, *rue de l'Ouest*. — Appareil Hughes disposé pour transmission duplex, mécaniquement et électriquement. P. M.

**309. Trouvé** (G.), *Paris*, 14, *rue Vivienne*. — Télégraphe militaire portatif, système Trouvé. N., S. 9, S. 13, S. 4.

**310. Vauzelle** et **fils**, *Paris*, 146, *rue Saint-Maur*. — Matériel et outils servant à la construction des lignes télégraphiques. Zincs et charbons pour piles. Poteaux de fer. S. 15.

**311. Ville de Paris**. — Cartes du réseau télégraphique municipal de Paris. — Photographie du Poste central télégraphique de la Préfecture de la Seine. P. V.

**312. Ville de Paris** (Préfecture de Police). — (Régiment des sapeurs-pompiers). — Matériel télégraphique : 1° d'un poste central ; 2° d'un poste-vigie. — Cartes du réseau général d'incendie et des établissements publics et privés qui y sont reliés. — Avertisseurs d'incendie système G. Petit. — 1° Type d'un établissement public ; 2° type des particuliers(Breguet, constructeur). P. V.

— **Laboratoire Municipal**. — Eudiomètre analyseur des gaz. — Photographie microscopique : appareil horizontal sans oculaire; appareil vertical avec oculaire. Eclairage par la lumière électrique (Dubosq constructeur). Appareil spectroscopique : nouvelle disposition pour utiliser l'étincelle (Dubosq, constructeur). Appareil electrolytique pour la recherche du cuivre dans les aliments. — Machine à mercure pour faire le vide dans les tubes servant à l'analyse spéciale des gaz (Alvergniat, constructeur). P. V.

**313. Willot**, *Paris*, 57, *rue de Boulainvilliers*. — Un type de manipulateur à courants inversés et compensés pour appareil multiple. — Appareils multiples disposés pour la correspondance entre plusieurs villes par un seul conducteur. — Appareil multiple produisant tous les signaux Morse dans le sens longitudinal de la bande.

## CLASSE 7.

### TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

**314. Aboilard** (Louis), *Paris*, 161, *rue de Courcelles*. — Téléphones. Microphone Aboilard pouvant transmettre la parole audelà de 300 kilomètres. S. 15.

**315. Bigeon**, *Paris*, 73, *rue de la Tombe-Isssoire*. — Microphones, téléphones nouveaux. S. 16.

**316. Dr Boudet de Pâris**, *Paris*, 4, *rue de l'Isly*. — Microphones. Postes micro-téléphoniques pour transmission de la voix à grande distance. S. 9, P.

**317. Bourseul**. *Cahors*. — Un électrophone. P. M.

**318. Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Téléphones et microphones système Bell, Ader, Crossley, Blake, Gower, téléphone à liquide de G. Salet, etc., appareils Ader servant aux auditions téléphoniques de l'Opéra et du Théâtre Français. N., P. V., S. 13, S. 19, S. C., S. 7, S. 8.

**319. Combettes** (Léonce de), *Paris*, 92, *rue de Bondy*.— Electrophones Ader ; téléphones. S. C.

**320. Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée**, *Paris*, 88, *rue Saint-Lazare*.—Application du téléphone dans les grandes gares de chemins de fer. Téléphone portatif pour le réglage des signaux à distance. N.

**321. Courtot** (C.), *Paris*, 75, *rue Caumartin*. — Téléphones et postes téléphoniques. — Téléphones-miroirs et microphones. S. 15.

**322. Crosse**, *Paris*, 3, *rue des Vosges*. — Téléphones. S. 15.

**323. Deschiens**, *Paris*, 123, *boulevard Saint-Michel*. — Microtéléphones. S. C.

**324. Ducretet** (E.) et **Cie**, *Paris*, 75, *rue des Feuillantines*. — Poste téléphonique E. Ducretet. S. 13.

**326. Gaiffe** (Ladislas-Adolphe), *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts*. — Microphones, téléphones, avertisseur électrique pour photo-télégraphie. S. 9, S. 13, P.

**327. Girard** (Fréjus), *Paris*, 80, *rue des Batignolles*. — Aurophone, Instruments chantant. S. B.

**328. Herz** (C.), *Paris*. — Différents systèmes de téléphonie à grande distance (systèmes du Dr Cornelius Herz). — Conjoncteur téléphonique automatique (système Ledru). B. C. e.

**329. Lapointe**, *Paris*, 9, *rue Saint-Sébastien*. — Pièces tournées pour téléphonie et microphonie. S. 13.

**330. Lenczewski** (Ladislas) **et Cie**, *Paris*, 25, *rue Montagne-Sainte-Geneviève*. — Téléphones (systèmes Gower et Gower Bell), transmetteurs microphones (système C. Ader), récepteurs téléphones (systèmes C. Ader). S. 13, P.

**331. Maiche** (Louis) et **Cie**, Société de l'Electrophone, *Paris*, 3, *rue Louis-le-Grand*. — Electrophone L. Maiche. Transmetteurs et récepteurs de la parole à grandes distances par fils aériens, par câbles sous-marins avec suppression de l'induction des lignes voisines. P.

**332. Mangenot**, *Paris*, 48, *rue d'Ulm*. — Téléphone parleur. S. 9.

**333. Mercadier** (E.), *Paris*, 65, *rue de Bourgogne*. — Appareils radiophoniques. P. M.

**334. Mildé**, *Paris*, 3, *rue Monceau*. — Microphone Senlecq. S. 14.

**335. Ministère des Postes et des Télégraphes**, *Paris*, 101, *rue de Grenelle*. — Appareils servant à transmettre la parole. P. M.

**336. Mors**, *Paris*, 4 *bis*, *rue Saint-Martin*. — Téléphone à faisceau métallique. N., S. C.

**337. Postel-Vinay**, *Paris*, 38, *rue Vaneau*. — Téléphones Gower et appareils Ader. S. C.

**338. Regnard**, *Paris*, 28, *rue Charlot*. — Microphones Blacke de différentes formes, avec sonnerie d'appel, téléphones. S. 15.

**339. Société générale des téléphones**, *Paris*, 66, *rue des Petits-Champs*.

— Lartigue, directeur, **Ader** et **Breguet** constructeur, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Appareils téléphoniques du système Ader, destinés à faire entendre au palais de l'Industrie les représentations de l'Opéra national et du Théâtre Français. S. 7., S. 8.

340. **Société générale des téléphones**, *Paris*, 66, *rue des Petits-Champs*. — Spécimen d'un bureau téléphonique central. — Téléphones et microphones de divers types. — Electro-motographe. — Modèles et appareils de démonstration. — Appareils accessoires de l'exploitation téléphonique. — Plans et dessins. S. C., N., P.

341. **Solignac** et **C^ie^**, Société d'études et constructions électriques, *Paris*, 208, *rue Saint-Maur*. — Postes téléphoniques sans commutateurs; chanteurs téléphoniques, téléphone à plaque vibrante magnétique. S. 12.

342. **Trouvé** (G.) *Paris*, 14, *rue Vivienne*. — Téléphones exceptionnels à réglage de précision, en acajou, bois durci, avec aimants puissants, portant 45 à 50 kilog. leur poids. Microphones variés, postes micro-téléphoniques. N., S. 9, S. 13, S. 4.

343. **Walcker**. *Paris*, 42, *rue Rochechouart*. — Cabine sourde à l'usage des transmissions téléphoniques. P.

## CLASSE 8.

### LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

344. **Albaret** (Auguste), *Liancourt-Rantigny (Oise)*. — Appareil électrique pour l'éclairage des travaux agricoles, chantiers de construction, ports, opérations militaires, etc. N.

345. **Arnould** (Ernest). *Paris*, 77, *rue d'Enghien*. — Régulateur de la lumière électrique. Modèles d'appareils pour allumer et éteindre à toutes distances. Briquet allumant directement les bougies. S. 14.

346. **Avoiron** et **Clément**, *Paris*, 56, *boulevard Voltaire*. — Appareils pour éclairage électrique. — Lampes de tous styles, modèles pour tous les systèmes d'éclairage électrique. S. 11.

347. **Baillehache** (E. de), *Paris*, 54, *rue Ampère*. — Types de lampes électriques à foyer invariable. P.

348. **Ballat**, *Paris*, 3, *rue Saint-Fargeau*. — Crayons de 5 millimètres et au-dessus. — Charbons assortis. S. 17.

349. **Barbedienne** (F.), *Paris*, 30, *rue du Faubourg-Poissonnière*. — Bronzes d'art appareillés pour l'éclairage électrique. S. 3.

350. **Barcellos** (Olympio de), *Paris*, 117, *boulevard Richard-Lenoir*. — Accumulateurs automatiques. — Purificateur. — Lampes ordinaires spéciales au système. — Pile électrique. S. 12.

351. **Baudet** (Cloris), *Paris*, 90, *rue Saint-Victor*. — Lampes et lumière électrique. — Régulateur et lumière par la pile impolarisable. S. 10.

353. **Beau** (H.) et **Bertrand-Taillet**, *Paris*, 226, *rue Saint-Denis*. — Suspensions, lustres, appliques, lanterne de vestibule pour éclairage électrique. S. 3.

354. **Bernard** (Julien), *Paris*, 1, *rue Larrey (place Monge)*. — Photomètre servant à mesurer la force de pénétration de la lumière électrique et autres, ainsi que la valeur des rayons colorés et calorifiques. P.

355. **Biloret** et **Mora**, *Paris*, 93 et 95, *boulevard Richard-Lenoir*. — Régulateurs photo-électriques. S. 9.

356. **Blouzon** (Edme), *Paris*, 30, *rue Notre-Dame de Nazareth*. — Crayons en graphite pour lumière. P.

357. **Bourdin** (C.), *Paris*, 13, *avenue de la République*. — Lampe électrique mixte à incandescence et à arc voltaïque. S. 10.

358. **Desruelles** (L.) et **Bourdoncle** (J.), 8 *bis*, *avenue Percier*. — Emploi de l'électricité pour la production d'une lumière facile à graduer et divisible à l'infini. S. 10.

359. **Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Machines magnéto-électriques et dynamo-électriques (système Gramme) et autres piles Bunsen. — Lampes régulateurs de Serrin, de Hallé, de Martin. — Accessoires pour les installations d'é-

clairage électrique. — Installations d'usines et de photographes.
N., P. V., S. 13, S. 19, S. C., S. 7, S. 8.

**360. Cance** (Alexis), *Paris, 28, rue Sedaine.* — Lampes électriques. N.

**361. Carré** (Edmond), *Paris, 19, rue de l'Estrapade, et 4, rue des Irlandais.* — Charbons artificiels pour lumière électrique et autres applications de l'électricité. — Régulateurs pour la lumière électrique. S. 12.

**362. Carré** (Ferdinand), *Paris, 48, rue de Reuilly.* — Régulateurs à solénoïde pivotant et équilibré ayant sensiblement la même puissance avec les courants alternatifs qu'avec les courants continus. — Charbons artificiels fabriqués à la filière (brevet du 15 janvier 1876). — Charbons creux. — Charbons métallisés (brevet 1867). N., S. 12.

**363. Chertemps** (Alexandre-Denis), *Paris, 11 bis, passage Saint-Sebastien.* — Lampe régulateur à solénoïde pour lumière électrique donnant de 350 à 400 becs carcel avec deux chevaux et demi de force motrice, et une consommation de 20 à 22 centimes de crayons à l'heure. S. 15, B. C. *n.*

**364. Chollet** et **Rézard,** oncle et neveu, *Lyon, 10, rue Belle-Cordière.* — Commutateurs avertisseurs automatiques permettant de prolonger indéfiniment l'éclairage électrique sans extinction. — Rallumage spontané. — Avertisseurs et bougies électriques. S. 12.

**365. Clémandot** (Louis), ingénieur civil, *Paris, 18, rue Brochant.* — Lanternes pour la diffusion de la lumière électrique. S. 11.

**366. Clerc** (Louis), *Paris, 86, avenue des Ternes.* — Lampes Soleil (système Clerc et Bureau), de forme et de puissance variables. — Lampes Soleil (système Clerc et Bureau) pour mines, à durée très longue, à incandescence. — Lampes munies d'étouffeurs. — Commutateur automatique. — Avertisseurs. — Rhéostats. — Régulateur d'intensité. — Réallumeur à la main, automatique. S. 1, B. C. *s.*

**367. Compagnie des chemins de fer du Nord,** *Paris, 18, rue de Dunkerque.* — Lampes électriques. N.

**368. Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée,** *Paris, 88, rue Saint-Lazare.* — Régulateurs (système Lontin et de Mersanne) employés dans les gares de Paris et de Marseille. N.

**369. Compagnie générale d'éclairage électrique,** *Paris, 12, avenue de l'Opéra.* — Matériel d'éclairage électrique. — Machines Gramme à courants alternatifs. — Appareils Jamin de différents modèles. — Appareils spéciaux de manipulation ou de suspension employés pour l'éclairage électrique. — Dessins d'installations faites ou en cours d'exécution. — Lampe électrique basée sur l'incandescence d'un crayon de charbon, système Werdermann (dispositif Napoli.) — Eclairage d'une salle de théâtre et d'une salle à manger au moyen des Lampes Werdermann. — Eclairage du salon de M. le Président de la République au moyen de 8 lampes électriques à incandescence, système Reynier, fonctionnant à l'air libre, modèle suspendu (1878).
B. C. *s.*, S. 5, S. 6, S. 3, *e.* N. O., S. 2.

**370. Compagnie parisienne d'éclairage par l'électricité (ancienne Alliance).** *Paris, 25, rue Dufrénoy.* — Brûleur Wilde. — Appareils divers pour éclairage d'appartements et d'usines. B. C. *s.*, S. 14.

**371. Dandigny,** *Paris, 16, place de la Chapelle.* — Appareil diviseur de la lumière électrique, basé sur la persistance des impressions lumineuses sur la rétine. — Spécimen d'un candélabre électrique disposé pour l'allumage successif de toutes les bougies du circuit. — Modèle d'un appareil répartiteur de la lumière des grands foyers. S. 12.

**372. Debrun** et **Law,** *Bordeaux, 6, quai Louis XVIII.* — Bougie électrique inextinguible Debrun. — Régulateurs électriques. — Appareils spéciaux pour la construction des appareils de lumière électrique. —

instruments pour pose, installation et vérification des circuits à lumière. N., B. C. *s.*

373. **Dehérain** (P.-P.), professeur au Muséum d'histoire naturelle et à l'École d'agriculture de Grignon, *Paris*, 1, *rue d'Argenson*. — Expériences relatives à l'influence de la lumière électrique sur le développement des végétaux. (Serre construite par M. Sohier.) N.

374. **Delaurier** (E.), *Paris*, 77, *rue Daguerre*, — Nouvel appareil pour la production de la lumière électrique sans combustion des charbons. S. 11.

375. **Delaye** (V.), *Paris*, 10, *rue d'Armaillé*. — Lampe électrique (système Delaye) désignée sous le nom de lumière solaire. S. 17.

376. **Douhet (Cte de)**, *Paris*, 68, *avenue Marceau*. — Un ou plusieurs appareils de diffusion et d'étincelle électrique (arc voltaïque) ayant la propriété d'élargir et de teinter la lumière tout en la projetant en traînées lumineuses à partir du pied des appareils. S. 12.

377. **Dubos** (Charles), *Paris*, 41, *avenue La Motte-Piquet*. — Plusieurs systèmes de régulateurs et brûleurs pour la lumière électrique. — Lampe à charbon circulaire. — Lampe à incandescence. B. C., *n.*

378. **Duboscq** (J.-A.), *Paris*, 21, *rue de l'Odéon*. — Régulateurs de lumière électrique (systèmes Foucault, Duboscq, Carré, Crompton) pour l'industrie. Lanternes pour projection dans les cours publics.— Appareils pour produire au théâtre tous les effets scéniques par la lumière électrique. S. 13.

379. **Duchesne-Fournet**, *Le Breuil-en-Auge* (*Calvados*). — Tableau représentant le plan de la blanchisserie Duchesne-Fournet, éclairée par onze lampes à incandescence Reynier. — En élévation. — Vue d'ensemble. — Tableau explicatif. S. 22.

380. **Engel** (A.), *Paris*, 72, *rue de Seine*. — Allumeur et extincteur automatique (système Maigret) fonctionnant au moyen de pressions successives exercées sur un même bouton électrique. S. 11.

381. **Gagneau** et **C$^{ie}$**, *Paris*, 115, *rue Lafayette*. — Une suspension de salle à manger à 24 bougies cire et un foyer central électrique (système Werdermann). S. 5.

382. **Gaiffe** (Ladislas-Adolphe), *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts*. — Régulateur photo-électrique; appareils fixes et portatifs pour l'allumage du gaz par l'électricité. S. 9, S. 13, P.

383. **Gaulard** (Lucien), *Paris*, 65, *rue Nollet*. — Lampe électrique. S. 17.

384. **Gerard** (A.), *Paris*, 8, *passage Cottin*. — Lampes électriques. — Veilleur automatique. S. 16.

385. **Giraud**, *Clichy*, 19, *rue de Paris*. — Régulateurs Duboscq. — Régulateurs Suisse. N.

387. **Goderel** (Eugène), *Paris*, 172, *avenue d'Eylau*. — Charbons pour lumière électrique. S. 11.

388. **Guichard** (P.) *Paris*, 221, *rue Lafayette*. — Garnitures métalliques ornementées pour prévenir les accidents résultant du bris ou de la chute des globes de lampes électriques et pouvant servir d'enseignes de jour ou de nuit. — Supports de lampes électriques (pour installations urgentes ou temporaires) munis de contacts et de poulies permettant la manœuvre des lampes, même en marche. S. 12., P.

389. **Herz** (C.), *Paris*. — Lampe à incandescence à foyers variables sur un même circuit (système A. Noaillon). — Appareils réflecteurs (système Balestrieri). N.

390. **Hurtu** et **Hautin**, *Paris*, 54, *rue Saint-Maur*. — Appareil porte-charbons pour lumière électrique. N.

391. **Jarriant**, *Paris*, 58, *rue Pierre-Charron*. — Pile spéciale [illegible] la lumière. S. 8, [illegible]

**393**. **Henry Lepaute** fils, *Paris*, 6, *rue Lafayette*. — Appareil de phare électrique pour Calais (voir l'exposition du ministère des travaux publics.) P. V., S. 19.

**394**. **Lenczewski** (Ladislas) et **C**ie, *Paris*, 25, *rue Montagne-Sainte-Geneviève*. — Lampes électriques (système Reynier). S. 13, P.

**395**. **L'Hôte** (Armand), *Paris*, 7, *rue Marqfoy*. — Charbons pour lampes électriques. S. 10.

**396**. **Liébert** (A.), *Paris*, 6, *rue de Londres*. — Appareil spécial pour diffuser la lumière par la double réflexion, afin de la rendre propre aux opérations photographiques spécialement appliquées aux portraits. — Exécution pratique et démonstration pendant l'exposition. S. 11.

**397**. **Manufacture Nationale des Gobelins**. (C. Decaux, sous-directeur des Teintures.) *Paris*, *avenue des Gobelins*. — Expériences sur la solidité des couleurs sous l'action de la lumière électrique. N.

**399**. **Meritens** (de), *Paris*, 44, *rue Boursault*. — Régulateurs de phares. — Lampes d'ateliers. — Brûleurs de divers systèmes. N., S. 9.

**400**. **Michaels**, (J.-P.), *Paris*, 45, *avenue de l'Opéra*. — Charbon sectionné pour lumière électrique. — Appareil à rotation continue. — Régulateur et diviseur du courant électrique. S. 12.

**401**. **Mignon** et **Rouart**, *Paris*, 137, *boulevard Voltaire*. — Crayons Gauduin pour la lumière électrique. N., S. 12, S. 18.

**402**. **Mildé**, *Paris*, 3, *rue Monceau*. — Lampes électriques. S. 14, S. 2

**403**. **Ministère de la Guerre**. — *Paris*. Machines diverses pour la production de la lumière électrique. — Disperseur variable. P.

**404**. **Ministère des Travaux publics** service, central des phares, à *Paris*, 43, *avenue du Trocadéro*. — *Trois appareils optiques et une lanterne pour phares éclairés par l'électricité*. Ces trois appareils représentent les types de ceux qui vont être employés dans les 46 phares électriques de grand atterrage projetés sur les côtes de France. Ils font connaître trois des huit caractères nouveaux adoptés pour ces phares, savoir : un feu scintillant à groupes de 2 éclats blancs; un feu scintillant à groupes de 4 éclats blancs; un feu scintillant à groupes de 3 éclats blancs et 1 éclat rouge. Ils sont destinés aux nouveaux phares électriques de Dunkerque, Calais et Gris-Nez. La lumière est produite par des machines magnéto-électriques de M. de Méritens et des régulateurs de M. Serrin. La lanterne vitrée placée au centre du palais de l'Exposition est à montants inclinés; elle a 3m,50 de diamètre.

Ces différents appareils ont été établis d'après les projets de M. E. Allard, inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur du service central des phares et balises, (voir le mémoire sur les phares électriques exposé sous le n° 913, ci-après). Ils ont été construits, le premier par MM. Sautter, Lemonnier et Cie; le second par MM. Henry-Lepaute fils; le troisième, ainsi que la lanterne dans laquelle il est placé, par MM. Barbier et Fenestre. N.

**405**. **Mors**, *Paris*, 4 *bis*, *rue Saint-Martin*. — Régulateur électrique nouveau (système Mors.) N. S. C.

**406**. **Napoli** (D.), *Paris*, 98, *rue du Faubourg-Poissonnière*. — Photomètre rotatif. — Charbons artificiels pour lumière électrique. N.

**407**. **Paris** (E.), au *Bourget* (*Seine*). — Lanternes rondes, ovoïdes; globes soleils; globes en émail, et en cristal dépoli ou gravé. S. 12.

**408**. **Petit** (Pierre), *Paris*, 27, 29 et 31, *place Cadet*. — Linographies — Portraits. — Paysages. — Reproductions photographiques obtenues à l'aide de la lumière électrique. P.

**409. Pilleux** et **Quesnot**, à *l'Italienne, près Beauvais* (*Oise*).— Lampes à arc voltaïque fixe obtenu par l'introduction d'une pointe de charbon entre deux électrodes métalliques. S. 12

**410. Portevin** (Hippolyte), *Reims* (*Marne*). — Plans et coupes d'usines (filature, tissage mécanique, lavage de laines) éclairées par l'électricité. S. C.

**411. Postel-Vinay**, *Paris*, 38, *rue Vaneau*. — Régulateurs pour lumière électrique. S. C.

**412. Puvilland** frères, (Jules et André), *Paris*, 23, *rue Oudinot*. — Lampe régulateur électrique à doubles charbons annulaires. S. 11.

**413. Rageot** (Léon), *Paris*, 26, *rue Notre-Dame de Nazareth*. — Un appareil prismatique pour atténuer l'intensité de la lumière électrique. P.

**414. Ranvier** (Jules), *Paris*, 116, *rue de Turenne*. — Statues, statuettes et torchères, ornements en zinc d'art, destinés à porter des appareils à lumière électrique. N.

**415. Regnard**, *Paris*, 28, *rue Charlot*.— Régulateur de lumière pour charbons de grande durée avec avancement automatique par vis, ou par filetage du charbon. S. 15.

**416. Reynier** (Emile), *Paris*, 3, *rue Bénouville*. — Lampe à incandescence à l'air libre, modèle 1878. — Lampe à incandescence à l'air libre, modèle 1881. — Lampe à incandescence en vase clos, modèle 1881. — Allumeur automatique, tableau de charbons métallisés. S. 12.

**420. Sautter**(L.), **Lemonnier** et **C**[ie], *Paris*, 26, *avenue de Suffren*.

*Travaux publics*. — Phare électrique, feu fixe à faisceau lumineux vertical. — Phare électrique tournant (voir l'exposition du ministère des travaux publics).— Lampes électriques de Gramme pour phares.

*Marines militaire et marchande* — Ensemble d'appareils photo-électriques pour canots à vapeur.— Avisos cuirassés, défenses sous-marines. — Projecteurs du colonel Mangin. — Lampes spéciales. — Dispositions d'appareils de signaux pour télégraphie optique.

*Armée de terre*.—Appareils photo-électriques mobiles, types de forts d'arrêt; type de campagne (voir l'exposition du ministère de la guerre). — Projecteur du colonel Mangin.— Lampes spéciales.

*Eclairage* (*Appareils d'*).— Ports, chantiers, ateliers, tissages, filatures, teintureries.—Lampes Gramme. — Lanternes. — Eclairage sans ombres. — Crayons électriques nus et cuivrés, garnis; modes d'installation des foyers.— Photomètres. B. C. *s.*, N., S. 10.

**421. Serrin** (V.), *Paris*, 1, *boulevard Saint-Martin*. — Régulateur automatique de la lumière électrique Serrin; type en usage dans les phares; applications diverses; commutateurs. N.

**422. Siemens** (frères), *Paris*, 8, *rue Picot*.— Lampes pendulums.— Lampes différentielles.— Trois machines dynamo-électriques alimentant respectivement : un lustre de 6 foyers; 16 lampes différentielles; 2 lampes pendulums. N. B., C. *e*, B. C. *s*, S. 13.

**423. Société anonyme des Hauts-Fourneaux et Fonderies du Val d'Osne**, *Paris*, 58, *boulevard Voltaire*.— Candélabres torchères, cuivrage adhérent par le procédé électro-chimique de MM. Gauduin, Mignon et Rouart. N.

**424. Société générale d'Électricité** (procédés Jablochkoff), 61, *avenue de Villiers*. — Charbon électrique.— Bougies Jablochkoff. — Brûleurs divers. — Lampes à incandescence de kaolin (système Jablochkoff).— Condensateurs. — Appareillage électrique.—Chandeliers. — Commutateurs automatiques. — Divers types de suspension. — Modèles divers. N., B. C. *s.*, S. R.

**425**. **Société Gramme**, *Paris*, 15, *rue Drouot*. — Machines à courant continu. — Machines à courants alternatifs. — Machines auto-excitatrices. — Régulateurs de lumière. — Accessoires divers pour l'éclairage. N.

**426**. **Société « la Force et la Lumière »**, *Paris*, 5, *avenue de l'Opéra*. — Lampe Reynier en vase clos (modèle 1881). — Lampe Reynier à l'air libre (modèle 1881). — Divers modèles de lampes. B. C. *o.*, S. 7, S. 4.

**427**. **Société Lyonnaise de constructions mécaniques et de lumière électrique**, *Paris*, 19, *rue de Grammont*.

*Système de Mersanne*. — Régulateurs horizontaux et verticaux, à charbons proportionnés à la durée de l'éclairage, permettant la division de la lumière électrique. — Régulateurs verticaux du même système, avec mise au point à la main pour phares. — Boîtes de sûreté assurant l'indépendance et le rallumage automatique de chacun des foyers mis dans un même courant, pouvant s'adapter à tous systèmes de brûleurs.

*Système Bertin*. — Régulateur simple à mouvements indépendants. — Réflecteur-soleil à charbons multiples et indépendants.

*Système Boulard*. — Réflecteur à échelons. Répartition uniforme de la lumière sans éclat blessant. N., B. C. *s.*, S. 19.

**428**. **Société Parisienne de Fonderie et Laminage** (M. E. Martin, directeur), *Paris*, 11, *rue du Chemin-Vert*. — Plaqué argent pour élairage. S. 15.

**429**. **Société universelle d'Electricité Tommasi**. — (Tommasi, directeur), *Paris*, 11, *rue de Provence*. — Lampes électriques. B. C. *s.*, S. 16.

**430**. **Solignac** et **Cie**, Société d'études et constructions électriques, *Paris*, 208, *rue Saint-Maur*. — Régulateur de Solignac et Cie. — Appareils pour le réglage des lampes à distance. S. 12.

**431**. **Suisse** (François), *Paris*, 23, *rue des Grands-Augustins*. — Régulateurs : ordinaires, type d'atelier, double crémaillère ; pour la ma[...] pour projection ; plusieurs s[...] même courant. — Lampe de pl[...] — Réflecteurs de tous genr[...] Commutateurs divers. [...]

**432**. **Susse** (frères), *Paris*, 31, [...] *de la Bourse*. — Candélabr[...] cheminée et lampadaires appa[...] pour l'éclairage électrique.

**434**. **Thiers** (Rodolphe), *Pari*[...] *rue des Feuillantines*. — Lampe [...] électrique (système Laccassag[...] Thiers), appliquée, dès 18[...] l'éclairage des vastes espace[...] Un dessin encadré de la pre[...] lampe, dite à curseurs magnéti[...] créée en juin 1854. — Un dess[...] régulateur électro-métrique, c[...] 1854.

**435**. **Trouillet** (Auguste), [...] 112, *boulevard Sébastopol*. — [...]pes électriques Jamin, à 5 [...] bougies construites pour la co[...]gnie générale d'éclairage électr[...]

## CLASSE 9.

MOTEURS ÉLECTRIQUES, TRANSPORT [...] FORCES.

**437**. **Baudet** (Cloris), *Paris*, 9[...] *Saint-Victor*. — Moteurs dy[...] électriques.

**439**. **Bigeon**, *Paris*, 73, *ru*[...] *la Tombe Issoire*. — Moteurs [...]triques.

**440**. **Biloret** et **Mora**, *Paris*, 95, *boulevard Richard-Lenoi*[...] Moteurs électriques.

**441**. **Bourdin** (C.), *Paris*, 13, *rue de la République* — Modè[...] moteur électrique.

**442**. **Breguet**, *Paris*, 39, *qu*[...] *l'Horloge*. — Moteurs électriqu[...] Gramme. — Série d'apparei[...] rotation de M. A. Breguet, serv[...] l'étude des moteurs. — Ap[...] signalant les numéros des ch[...] gagnant aux courses de Longc[...] et de Chantilly.
N., P. V., S. 13, S. C., S. 19, S. 7, B. C. *s.*, S. 18.

**443. Cance** (Alexis), *Paris*, 28, *rue Sedaine*. — Moteurs électriques. N.

**444. Chameroy** (Hippolyte), *Maisons-Laffitte* (*Seine-et-Oise*). — Moteur électrique. S. 14.

**445. Chrétien** (J.), *Paris*, 87, *rue de Monceau*. — Projet de chemin de fer électrique de la Madeleine à la Bastille. S. 22.

**446. Chntaux** (T.), *Levallois-Perret*, 1, *place du Marché*. — Moteurs électriques. S. 9.

**450. Dandigny**, *Paris*, 16, *place de la Chapelle*. — Roue à railway Dandigny, fonctionnant au moyen d'un accumulateur électrique. S. 12.

**451. Delaurier** (E.), *Paris*, 77, *rue Daguerre*. — Nouveau moteur électrique. — Appareil pour transformer des mouvements circulaires alternatifs en circulaires continus et pour redresser les courants électriques. S. 11.

**452. Desruelles** (L.) et **Bourdoncle** (J.), *Paris*, 8 *bis*, *Avenue Percier*. — Nouveau moteur dynamo-magnéto-électrique, applicable à la tradition des véhicules et à tous autres emplois industriels. S. 10.

**453. Dubos** (Charles), *Paris*, 41, *avenue de La Motte-Piquet*. — Moteurs électriques basés sur l'attraction et la répulsion simultanées des électro-aimants. B. C. *n*.

**454. Ducretet** (E.) et **C**ie, *Paris*, 75, *rue des Feuillantines*. — Moteur électrique réversible de E. Ducretet. S. 13.

**455. Dumoulin-Froment**, *Paris*, 85, *rue Notre-Dame-des-Champs*. — Moteurs électriques de divers types. S. 13.

**457. Félix** (Clément), *Sermaize* (*Marne*). — Labourage électrique. — Machine à battre. — Chemin de fer avec locomotive électrique. — Appareils de travail dans les mines. — Exploitation des forêts. — Appareils divers. B. C. *n*., B. C. *s*.

**458. Flogny** (E.-F.-L.), *Paris*, 81, *rue Lemercier*. — Moteur électrique. P.

**459. Gautier** (Pierre), *Montfort-l'Amaury* (*Seine-et-Oise*). — Moteur électrique. S. 15.

**460. Geneste, Herscher et C**ie, 42, *rue du Chemin-Vert*. — Transport de la force motrice à distance et division du travail (applications aux établissements publics). Ventilation des salles d'audition téléphonique de l'Exposition. Appareils avertisseurs et de sûreté. Ventilateurs mus par l'électricité. S. 7, N.

**461. — Gire** (Émile), *Paris*, 4, *rue de la Gaîté*. — Voiture électro-dynamique pour route ordinaire. B. C. *n*.

**462. Greil** (Paul-Gustave), *Vincennes*, *au vieux Fort*. — Moteur électrique, dit moteur électrique rationnel, donnant d'emblée le mouvement circulaire continu ; force motrice produite par l'action réciproque d'un nombre égal d'électro-aimants fixes et mobiles, de pôles inverses, sans magnétisme rémanent. N.

**463. Guichard** (P.), *Paris*, 221, *rue Lafayette*. — Moteurs magnéto-électriques Marcel Deprez divisant complètement la force motrice à distance, avec indépendance de chaque moteur, et permettant l'éclairage en dérivation sur un seul circuit. N., P.

**464. Herz** (C.), *Paris*. — Transport et distribution des forces par l'énergie électrique (système G. Cabanellas). N.

**465. Huetz** (Alphonse), *Paris*, 18, *rue Danville*. — Moteur électrique. P.

**466. Hurtu** et **Hautin**, *Paris*, 54, *rue Saint-Maur*. — Construction de moteurs électriques destinés à faire fonctionner des machines à coudre et des appareils n'exigeant pas une très grande force. — Construction de toutes machines de précision

pour la fabrication d'appareils d'électricité et de télégraphie. N.

**467. Journaux** (J.), *Paris*, 56, *rue des Cévennes*, 37, *rue du Bac* et 84, *boulevard de Sébastopol*. — Moteurs électriques actionnant des machines à coudre. N.

**468. Juzan** (Georges), *Bordeaux*, 32, *rue Porte Dijeaux*. — Voitures à trois et quatre roues marchant par le moteur électrique Trouvé et par d'autres moteurs. B. C. *e*.

**469. Larmanjat** (Jean), *Paris*, 18, *rue Chauveau-Lagarde*. — Un moteur électrique pour machines-outils. B. C. *n*.

**471. Meritens** (de), *Paris*, 44, *rue Boursault*. — Moteurs électriques. — Transport de forces. N., S. 9.

**472. Michaels** (J.-P.), *Paris*, 45, *avenue de l'Opéra*. — Moteurs magnéto-électrique à solénoïdes. S. 12.

**473. Ministère de l'Agriculture et du Commerce** (Conservatoire national des Arts et Métiers), *Paris*, 292, *rue Saint-Martin*. — Collection d'électro-moteurs donnée par M. G. Froment. S. 20.

**474. Moncomble** (Émile), *Paris*, 9, *galerie Vivienne*. — Moteur électrique s'adaptant à diverses machines. N.

**475. Olivier**, *Paris*, 10, *rue des Filles-du-Calvaire*. — Machine à coudre électrique. B. C. *n*.

**476. Puvilland** frères (Jules et André), *Paris*, 23, *rue Oudinot*. — Moteur électrique. S. 11.

**477. Regnard**, *Paris*, 28, *rue Charlot*. — Moteurs électriques pour petites forces fonctionnant par piles ou par tous courants électriques. S. 15.

**479. Sautter** (L.) **Lemonnier et Cie**. *Paris*, 26, *avenue de Suffren*. — Moteurs électriques. N., S. 10, B. C. *s*.

**480. Siemens** frères, *Paris*, 8, *rue Picot*. — Machines actionnant une pompe Greindl et machines diverses. — Ascenseur électrique. — Chemin de fer aérien pour transport de dépêches. — Tramway électrique faisant le service du entre le Palais de l'industrie et la place de la Concorde. — N., B. C. *s*., S. 13, B. C. *e*.

**481. Société anonyme des Câbles Electriques** (système Berthoud, Borel et Cie), *Paris*, 33, *boulevard Haussmann*. — Moteurs électriques. B. C. *n*., S. B.

**482. Société Gramme**, *Paris*, 15, *rue Drouot*. — Moteur électrique Gramme. — Machines diverses servant au transport des forces motrices. N.

**483. Société la Force et la Lumière**, *Paris*, 5, *avenue de l'Opéra*. — Machine Niaudet. — Divers moteurs électriques actionnés par des piles secondaires. — Applications diverses. B. C. *o*., S. 8, S. 4.

**484. Société Lyonnaise de Constructions mécaniques et de Lumière électrique**, *Paris*, 19, *rue de Grammont*. — Petits moteurs dynamo-électriques à pignon. B. C. *s*., N., S. 19.

**485. Suc**, *Paris*, 50, *boulevard de la Villette*. — Tramway de promenade mû par l'électricité. — Modèle réduit de chemin de fer d'usine mû par l'électricité. B. C. *s*.

**486. Taverdon** (A.-L.), *Paris*, 36, *rue de l'Arbalète*. — Perforateur pour galerie de mine fonctionnant par le diamant noir, transmission électrique.— Appareils d'extraction des calcaires, marbres, etc. — Appareils pour lavage et dépeçage par la transmission électrique. N.

**487. Tissandier** (Gaston), *Paris*, 19, *avenue de l'Opéra*. — Modèle d'aérostat dirigeable muni d'une hélice de propulsion, actionnée par un moteur électrique.

Cet aérostat mesure 3 mètres et demi de longueur et 1 mètre 30 centimètres de diamètre au milieu. Il a un volume de 2 mètres cubes 200 litres. C'est un modèle au dixième de grandeur d'exécution.

Ce petit modèle a une force

ascentionnelle libre de 2 kilogrammes. Gonflé d'hydrogène pur il enlève deux piles secondaires de M. Gaston Planté (accumulateur-électrique) pesant 700 grammes chacune et son moteur électrique pesant avec l'hélice de propulsion 350 grammes. Ce moteur a été construit avec beaucoup d'habileté par M. G. Trouvé. — L'aérostat dans ces conditions a une vitesse propre de 2 mètres à la seconde. — Avec trois couples Planté pesant 500 grammes chacun, il dépasse 3 mètres de vitesse. — Avec un seul couple le petit aérostat a une vitesse beaucoup moindre, mais il peut alors fonctionner pendant 45 minutes sans interruption. P.

**488. Trouvé** (G.), *Paris*, 14, *rue Vivienne*. — Moteurs électriques Trouvé, reversibles pour bateaux de promenade, vélocipèdes, tours d'amateur, tours de dentiste, jouets scientifiques. S. 9, N., S. 4.

## CLASSE 10.

### ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

**489. Arnould** (Ernest), *Paris*, 37, *rue d'Enghien*. — Appareil pour la cautérisation des plaies et pour l'application des pointes de feu. S. 14.

**490. Barda** (Basile), docteur, *Paris*, 49, *rue Blanche*. — Baignoire électrique (système Barda) localisant le courant électrique sur les parties voulues du corps. S. 9.

**491. Biloret** et **Mora**, *Paris*, 93 *et* 95, *boulevard Richard-Lenoir*. — Appareils électro-médicaux. S. 10.

**493. Boudet de Pâris**, docteur, *Paris*, 4, *rue d'Isly*. — Appareil pour l'électrisation par la décharge du condensateur. — Excitateurs spéciaux pour la localisation des courants galvaniques. — Myophones. — Sphygmophones, etc.; applications à la physiologie et à la clinique médicale. S. 9, P.

**494. Desruelles** (L.) et **Bourdoncle** (J.), *Paris*, 8 *bis*, *avenue Percier*. — Appareils électro-médicaux à courants induits ou directs agissant au moyen de piles sèches et portatives. S. 10.

**495. Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Appareils d'étude pour les sciences biologiques, modèles du Dr Marey. — Cylindres enregistreurs à rouage. — Chronographes à diapason et autres piles secondaires de P. Planté pour cautères.
S. 13, S. C., N., B. C. s., S. 19, S. 7, S. 18, P. V.

**496. Brewer** (frères), *Paris*, 43, *rue Saint-André-des-Arts*. — Appareils électro-médicaux à courant constant du Dr Onimus (brevetés s. g. d. g.). Piles portatives de 10 à 42 éléments. Appareil de cabinet de 60 éléments grand modèle avec collecteur vertical, galvanomètre et accessoires. Accessoires (tampons divers, fils, etc.) P. S. 9.

**497. Bunon**, *Paris*, 27, *rue Vieille-du-Temple*. — Tours de bras, colliers, jarretières thermo-électriques contre les douleurs et affections nerveuses. Electro-aimant souple en filigrane. B.C. s.

**498. Chardin** (Charles), *Paris*. 11 *rue du Châteaudun*. S. 9.

**499. Combettes** (Léonce de), *Paris*, 92, *rue de Bondy*. — Appareils électro-médicaux. S. B.

**501. Dubos** (Charles), *Paris*, 41, *avenue La Motte-Piquet*. — Appareil électro-médical de poche. Appareil galvano-électrique à courants continus. B. C. *n*.

**502. Ducretet** (E.) et **C**ie, *Paris*, 75, *rue des Feuillantines*. — Electricité médicale. S. 13.

**503. Encausse** et **Canesie**, *Paris*, 57, *rue Rochechouart*. — Electricité médicale par les graduateurs Encausse et Canesie. S. 9.

**504. Feuquières**. (Jules), *Paris*, 89, *rue de Sèvres*. — Electro-thérapeutique générale; médicaments produits par l'électricité. Notice sur l'électricité. S. 17.

**505. Fontanié** (Jean-Joseph), *Paris*, 221 à 207, *rue de Bercy*. — Fauteuils pour malades à électriser. S. 9.

**506. Gaiffe** (Ladislas - Adolphe), *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts*.

— Appareils volta-faradiques et magnéto-faradiques; batteries galvaniques à courant continu; interrupteur automatique; appareils de mesure : collecteurs. S. 9, S. 13, P.

**507. Guérin** (Emile), *Paris*, 5, *rue Montmorency*. — Appareil pour bain électro-médical, cautères électriques. S. 9, S. 11, S. 16.

**508. Le Brun** (Jean-Hippolyte), *Paris*, 32 et 34, *rue Pastourelle*. — Bijouterie électrique contre la migraine, les douleurs névralgiques, les rhumatismes et toutes les affections nerveuses. S. B.

**509. Mangenot**, *Paris*, 48, *rue d'Ulm*. — Appareil Argenton nikelé; pochette médicale. Appareil médical avec rhéostat. Pile Onimus-Mangenot. Pile Onimus-électrolyse. Usetrotome de Jardin et Mollez, pile galvano-caustique. Cautères électriques. S. 9.

**510. Oré** et **Chagnoleau**. *Bordeaux*, 36, *rue du Palais de Justice*. — Applications de la galvanoplastie à la conservation des préparations anatomiques. S. 11.

**511. Osselin** (Eugène-Adolphe), *Asnières (Seine)*. — Bagues, Bracelets, colliers, ceintures, chaînes, épingles à cheveux, brassards, cuissards, bandages, bas, peignes, semelles, plaques électro-magnétiques, etc., etc. S. B.

**512. Planté** (Gaston), *Paris*, 56, *rue des Tournelles*. — Appareil galvano-caustique à courant secondaire. N.

**513. Pulvermacher** (J. L.), *Paris*, 39, *rue Saint-Marc*. — Appareils électro-médicaux, piles à haute tension électrique. — Electrodes. — Dosomètre électrolytique. — Rhéostat de poche. — Batterie de poche à fonction instantanée. S. 9.

**514. Seure** (Dr Jules), *Saint-Germain-en-Laye*. — Pile tubulaire portative à courant constant pour usage médical. S. 9, S. 22.

**515. Trouvé** (G.), *Paris*, 14, *rue Vivienne*. — Spécialité d'appareils électro-médicaux. Piles Trouvé, portatives, hermétiques, humides, pour la médecine et la chirurgie. — Explorateur électrique, polyscopes électriques, moteurs et aimants puissants, téléphones, microphones. N., S. 4, S. 9.

**516. Vert** (Camille-Xavier), *Paris*, 20, *passage Bouchardy*. — Galvano-cautère et polyscope électrique, alimentés par une pile universelle graduée à soulèvement automatique. — Cautères divers en platine. — Réflecteurs électriques pour la bouche. — Instruments divers. P.

**517. Vigouroux** (R.), et **Andriveau** (G.), *Paris*, 5, *rue Campagne-Première*. — Instrument pour le service électro-thérapique de la Salpêtrière (service de M. le professeur Charcot). S. 9

## CLASSE 11.

### ÉLECTRO-CHIMIE.

**519. Billaudot**, *Paris*, 22, *rue de la Sorbonne*. — Produits chimiques pour la production de l'électricité et pour la galvanoplastie. S. 17.

**520. Biloret et Mora**, *Paris*, 93 *et* 95, *boulevard Richard-Lenoir*. — Appareils pour la galvanoplastie. S. 10.

**521. Boudreaux** (L.) et fils, *Paris*, 27, *rue Monsieur-le-Prince*. — Dépôt électro-chimique du nickel de toute épaisseur. Reproduction de gravures en nickel. P.

**522. Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Machines dynamo-électriques de Gramme et autres, piles pour la galvanoplastie.
N., S. C., S. 13, B. C. s., S. 7, S. 8, S. 18, S. 19, P. V.

**523. Christofle et Cie**, *Paris*, 56, *rue de Bondy*. — Appareils servant au dépôt galvanique de l'or, de l'argent, du cuivre, du nickel, etc, — des alliages de bronze, or vert, or rouge etc. — Incrustation et damasquinage galvaniques. Galvanoplastie massive et ronde-bosse. — Dépôts galvaniques appliqués à la statuaire monumentale à la décoration. — Reproduction d'objets d'art anciens par la galvanoplastie. N.

**524**. **Chutaux** (T.), *Levallois-Perret*, 1, *place du Marché*. — Nouvel appareil pour la galvanoplastie. S. 9.

**525**. **Cottens** (père et fils), *Paris*, 52, *rue Mouffetard*. — Cuve servant à la reproduction des gravures en taille douce par un procédé électro-chimique.— Produits de l'opération, S. 17

**526**. **Courtot**, *Paris*, 75, *rue Caumartin*. — Appareils galvanoplastiques. S. 15.

**527**. **Dalifol** (A.) et **C**[ie], *Paris*, 172, *quai Jemmapes*. — Dorure et argenture de la fonte malléable et de l'acier coulé. N.

**528**. **Delagarde** (P.), *Paris*, 24, *rue Vieille-du-Temple*. — Appareils pour galvanoplastie. — Appareils classeurs-galvaniques. — Applications industrielles. B. C. s.

**529**. **Delaurier** (E.), *Paris*, 77, *rue Daguerre*. — Appareil pour l'étude des éléments chimiques. Appareil pour la régénération des piles et pour la fabrication des produits chimiques. S. 11.

**530**. **Demilly** (Pierre), *Sèvres*, 15, *Grande-Rue*. — Céramique bronzée, argentée et dorée par la galvanoplastie.— Pile de Daniell.— Terre cuite préparée pour la galvanoplastie. B. C. s.

— **Drault**, *Paris*, 102, *boulevard Richard-Lenoir*. — Bijouterie, orfèvrerie, dorée, argentée et nickelée par la galvanoplastie. S. B.

**532**. **Feuquières** (J.), *Paris*, 89, *rue de Sèvres*. — Or, platine, argent, fer, nickel, cuivre, étain, tungstène, etc., etc. Alliages divers, réduits par l'électro-chimie. S. 17.

**533**. **Folie** (Jeune), *Paris*, 204, *rue Saint-Maur*. — Stores, toiles métalliques, système Guichard, galvanisés à la pile et à la machine Gramme, bains de toutes dimensions. P.

**534**. **Frenais** (Armand), *Paris*, 77, *boulevard Richard-Lenoir*. — Dorure et argenture électro-chimique. S. 17.

**535**. **Gaiffe** (Ladislas-Adolphe), *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts*. — Objets divers nickelés et cobaltés. S. 9, 15, P.

**536**. **Garnier** (Henri), *Paris*, 15 *bis*, *rue Morère*. — Aciérages de planches gravées. Nickelage, planches photogravées à l'aide de la lumière électrique recouvertes de fer et de nickel. S. 10.

**537**. **Grenet** (frères), *Paris*, 114, *rue du Temple*. — Bains de nickelage à l'électricité et produits nickelés. N.

**539**. **Leclère** (Jean-Eugène), *Paris*, 58, *rue Bonaparte*. — Gravures photo-galvaniques. — Application et incrustation des métaux par l'électricité. — Doublage galvanique des glaces argentées. S. B.

**540**. **Lionnet** (C.), *Paris*, 5, *rue Debelleyme*. — Bains, piles, moules, etc. pour la galvanoplastie. Objets de métal obtenus par les procédés électro-chimiques. S. 17.

**541**. **Mallié** (G.) et **Gérard**, *Paris*, 136, *Boulevard Richard-Lenoir*. — Bain de Nickelure. Produits et appareils pour la galvanoplastie du nickel. S. 15.

**542**. **Mantelet** (H.) et **Joly** (H.), *Paris*, 15, *rue de l'Abbé Grégoire*.—Clichés typographiques. P.

**543**. **Ménagé** (J.), *Paris*, 22, *rue Gambey*. — Objets dorés à la pile. — Cuves de nickelage. B. C.

**544**. **Méritens** (de), *Paris*, 44, *rue Boursault*. — Machine magnéto-électrique pour la galvanoplastie. N. S. 9.

**545**. **Mignon** et **Rouart**, *Paris*, 137, *boulevard Voltaire*. — Objets cuivrés, étamés, plombés etc., par les procédés Gauduin, Mignon et Rouart. N. S. 18.

**546**. **Moncomble** (Émile), *Paris*, 9, *rue Vivienne*. — Dorure, argenture et nickelage par l'électricité, plumes métalliques galvanisées. N.

**547**. **Pérille** (J.), *Paris*, 98, *avenue de Clichy*. — Application du nickel par les machines Gramme sur diverses pièces de coutellerie, outils et tire-bouchons articles de sa fabrication. N.

**551**. **Renaudot et Magniny**, *Paris*, 87, *faubourg Saint-Denis*. —

[illegible]

[illegible] mis livre

[illegible] Paris. 15. [illegible] procédés pour [illegible] -tamer. [illegible] bronzer [illegible] métaux et pour do[illegible] nickelement de cui[illegible] antimoine et de cuivre. S. 17.

[illegible]

[illegible] ÉLECTRO-AIMANTS [illegible] BOUSSOLES. SONNERIE

[illegible] Charles-Eu[illegible] Saint-Sébas[illegible] destinées à l'Ensei[illegible] phénomènes électri[illegible] applications indus[illegible] sur le leur théorie. S. 11.

[illegible] (Ernest-François), [illegible] — Horlo[illegible] système Leclanché [illegible] ouverture dans [illegible] Relais portant [illegible] inventeurs appro[illegible] Zwiezer et Leclan[illegible] à transmetteur [illegible] S. 16.

565. [illegible] et Cie. Paris. 29. [illegible] pour instru[illegible] S. 15.

566 [illegible] Haute-Sa[illegible] — [illegible] d'appareils élec[illegible] horlogerie mue [illegible] S. 19.

567 Bilaret et Mora. Paris. 95 et [illegible] — [illegible] — Bobines d'induc[illegible] — [illegible] S. 10.

568 Bisson (Ernest). Paris. 59, Boulevard [illegible] — Boussole élec[illegible] insensible à l'action du fer. Hydrotachygraphe. Enregistreur automatique fonctionnant dans les deux sens à l'aide d'un seul fils. Electro aimants. S. 14.

569. Bizot (Joseph). Aix-en-Provence. — Pendules électriques construites en bois simples ou à répétition — Minuterie à cannes sans

[illegible]

engrenages ni pignons — Balancier moteur — Compensateur électrique, sonnerie indépendante. P. M.

**570. Blondeau** (Jules), *Paris*, 29, *Avenue d'Orléans*. — Pendule réglée par la remise à l'heure. — Réveil électrique s'appliquant aux pendules d'appartements. S. 11.

**572. Bontemps** (Charles), *Paris*, 105, *rue de Grenelle*. — Chronographe pour la recherche des dérangements dans les tubes pneumatiques. Appareil pour la démonstration des lois d'écoulement des fluides. P. M.

**573. Borrel** (Amédée-Philippe), élève et successeur de **J. Wagner**, *Paris*, 47, *rue des Petits-Champs*. — Régulateurs, distributeurs, horloges, cadrans, récepteurs. Appareils électriques de réglage des horloges pour l'unification de l'heure dans les villes. S. 19.

**574. Bourdin** (C.), *Paris*, 15, *avenue de la République*. — Electro-aimants à plaques à fil plat. S. 10.

**576. Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Aimants Jamin et aimants ordinaires. Anémomètres et girouettes à indications graphiques. Enregistreurs pour les observations astronomiques et pour la mesure des longitudes. Chronographes divers. Compteurs. Dynamomètres enregistreurs. Appareils d'induction. Electro-aimants de grande puissance pour le triage mécanique. Horlogerie électrique (pavillon de la Ville de Paris).
N., S. C., S. 15., B. C. *s.*, S. 7., S. 8. S. 18., S. 19., P. V.

**577. Cacheleux** (A.F.), *Paris*, 6, *rue des Vieilles-Haudriettes*. — Pendule électrique indiquant les départs des trains atmosphériques. P. M.

**578. Cance** (Alexis), *Paris*, 28, *rue Sedaine*. — Bobines électro-magnétiques. N.

**579. Caron** (Charles), *Paris*, 189, *rue Saint-Maur*. — Pendule électrique mystérieuse. S. B.

**580. Carpentier** (J.A.M.L.) (succ. de Ruhmkorff), *Paris*, 15, *rue Champollion*. — Chronographes et enregistreurs Déprez. Synchronisme Déprez. — Moteurs et machines magneto-électriques Déprez. Perforateur enregistreur J. Carpentier. S. 15., S. C.

**581. Carré** (Ferdinand), *Paris*, 48, *rue de Reuilly*. — Aimants en alliage de fonte. S. 12. N.

**583. Chambrier** (A.-E.), *Charleville* (*Ardennes*). — Electro-aimants de différents systèmes. S. 14.

**584. Charrière** et **C**ie. *Allevard* (*Isère*). — Aciers spathiques pour aimants de grande puissance. Aimants forgés assemblés et trempés, pour machines magnéto-électriques appareils télégraphiques, téléphones de tous modèles, etc. N.

**586. Chutaux** (T.), *Levallois-Perret*, 1, *place du Marché*. — Electro-aimants avec leurs armatures spéciales pour moteurs électriques et appareils divers. S. 9.

**587. Collège de France** (Laboratoire de M. Marey). — Disposition de l'expérience destinée à analyser une décharge de torpille : inscription des flux successifs; détermination de leur retard. S. 20.

**588. Collin** (Armand-François), *Paris*, 118, *rue Montmartre*. — Systèmes divers d'unification de l'heure. Systèmes, par avance, arrêt de la roue d'échappement. Brevet de 1866. — Pour l'emploi des lignes télégraphiques commutateurs, Bt 1876. — Réglage à la seconde, Bt 1877; — de centre horaire à synchronisme, Bt 1879. — Signal de l'Observatoire, Bt 1879; — par l'avance et le retard, Bt 1879. — (2e) Avance et retard par cône, Bt 1880. — Compteur cadran électrique avec remise à midi par inversion de courant, Bt 1880. Systèmes mixtes à deux électros l'un pour corriger l'avance, l'autre le retard, déclanchement de l'échappement Bt de 1881. — 2e mixte à satellite avec

deux électros ou un seul pour corriger l'avance et le retard, B^t de 1881. S. 19. N.

**589. Combettes** (Léonce de), *Paris*, 92, *rue de Bondy*. — Electro-aimants, boussoles, horloges à récepteurs d'heure électrique. — Moteurs électriques de plusieurs systèmes, etc., avertisseurs d'incendie, thermomètre maxima, minima. Bobines de Ruhmkorff. Tubes de Geissler. — Machines électriques. S. B.

**590. Compagnie des chemins de fer de l'Est** (Jacqmin, directeur), *Paris, Gare de Strasbourg*. — Appareil donnant le diagramme des attractions d'un aimant. Pendule électrique à remontoir, sonnerie et répétition. Photomètre rotatif, (présentés par M. Napoli, agt. de la C^ie.). Pendule électrique à remontoir (présentée par M. Barbey, agt. de la C^ie.). N.

**591. Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée**, *Paris*, 88, *rue Saint-Lazare*. — Horlogerie électrique. Remise à l'heure (syst. Garnier), employé dans les gares. N.

**593. Dalifol** (A.) et **C^ie**, *Paris*, 172, *quai Jemmapes*. — Acier à aimants. — Aimants. — Pièces détachées de machines électriques en fer et acier forgé, en fonte malléable et en acier moulé. N.

**594. Debrun** (E.) et **Law** (A.) *Bordeaux*, 6, *quai Louis XVIII*. — Baromètre amplificateur (système Debrun). N., B. C. *s*.

**594** bis. **De la Roche** (Charles), *Paris*, 30, *avenue Duquesne*. — Pendules électriques. — Manomètres électriques de sûreté pour la transmission à distance, des pressions des machines à vapeur. — Appareils hydro et électro-pneumatiques (système Carl Mayrhofer, inventeur des horloges pneumatiques). S. 10, S. 19.

**595. Deleuil** (Jean-Adrien), *Paris*, 42, *rue des Fourneaux*. — Chronographe pour mesurer la vitesse des projectiles. Balance à commutateur automatique. S. 13.

**596. Denis** (Ferdinand), (raison sociale : Denis Fouillet). *Villefranche (Rhône)*, 71, *rue Nationale*. — Régulateur électrique avec ou sans sonnerie. L'échappement ou impulsion s'opère sans frottement. Le balancier, ainsi isolé de toute résistance variable, imprime aux aiguilles qu'il commande, une marche invariable, quelle que soit d'ailleurs l'irrégularité de la pile. P.

**597. Deschiens** (Joseph-Eugène), *Paris*, 123, *boulevard Saint-Michel*. — Pendules et horloges électriques, compteurs de secondes. Chronographe. S. C.

**598. Deshayes** (Ch.), *Paris*, 21, *rue de Saintonge*. — Horlogerie et jouets scientifiques. P.

**599. Dhamelincourt** (Paul), *Heudebouville, près Louviers (Eure)*. — Thermométrographe avertisseur électrique composé de 2 parties distinctes : le thermométrographe et l'avertisseur. P.

**600. Dienst** (Jules), *Paris*, 134, *rue du Bac*. — Aimants naturels et artificiels. S. 14.

**601. Duboscq** (J.A.), *Paris*, 21, *rue de l'Odéon*. — Chronographe à vitesse variable, inscrivant la seconde, le 1/100 et le 1/1000 de seconde. Electro-diapason à poids variant d'une octave (système Mercadier). Electro-diapason inscrivant en projection les mouvements vibratoires, parallèles et rectangulaires. S. 13, S. 14.

**602. Ducretet** et **C^ie**. *Paris*, 75, *rue des Feuillantines*. — Electro-aimants pour le diamagnétisme. — Boussoles pour l'étude du magnétisme. Bobines de Ruhmkorff. S. 13.

**603. Dumoulin-Froment**, *Paris*, 85, *rue Notre-Dame des Champs*. — Compas pour mesurer le diamètre des fils de communication électrique. Dessin de la première réalisation de l'unification de l'heure. S. 13.

**604. Éc[illegible] d'Horlogerie de Paris**, *Paris*, [illegible] *faubourg du Temple*. —

Pendules synchronisées par l'Électricité. S. 19.

**605. Estienne.** *Paris*, 132, *boulevard de Vaugirard.* — Galvanomètre-Rappel, sans réglage : 1° permettant l'appel simultané, indépendant, par sonnerie et récepteur, sans augmenter la résistance de la ligne; 2° résolvant également le problème du rappel d'un seul des deux postes, en dérivation sur un fil. P. M.

**607. Gaiffe** (Ladislas-Adolphe), *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts.* — Bobines et machines d'induction de démonstration. Appareils pour l'induction dans les circuits ouverts, dans les aimants en vibration. Aimants. S. 9, S. 13, P.

**608. Gallet** (Victor), *Brest*, 45, *Grand'rue.* — Réveil-matin électrique. P.

**609. Garnier** (Paul), *Paris*, 6 *et* 16, *rue Taitbout.* — Horloges et cadrans électriques.—Unification de l'heure. Remise à l'heure des pendules et horloges par l'électricité. Synchronisation. Appareils électriques divers. S. 19.

**610. Gary,** *Paris*, 22, *rue Sainte-Eugénie.* — Horloge électrique. S. 14.

**611. Girard** (Fréjus), *Paris*, 80, *rue des Batignolles.* — Pendule de voyage à réveil électrique, avec timbre d'appel fonctionnant à l'aide d'une pile. S. B.

**612. Giraud.** *Clichy* (*Seine*), 19, *rue de Paris.* — Machines de cabinet de physique donnant différents courants et servant à la galvanoplastie. N.

**613. Gontard** (P.), *Montbéliard* (*Doubs*). — Nouveau système de mise à l'heure et d'interrupteur, applicable à toutes les pendules et aux régulateurs d'observations. S. 19.

**614. Grosguénaint,** *Paris*, 11, *rue Neuve-Saint-Merri.* — Chapes diverses en pierres fines et autres pour boussoles et galvanomètres. Pierres diverses de toutes formes pour instruments de précision. S. 11.

**615. Guébhard** (Adrien), *Neuilly-sur-seine*, 12 *rue de Chartres.* — Réalisation expérimentale de lignes équipotentielles planes au moyen des anneaux de Nobili. S. 22.

**616. Guérin** (Emile), *Paris*, 5, *rue Montmorency.* — Appareils divers de démonstration électro-médical. S. 9. S. 11. S. 16.

**617. Guichard** (S.) et C^ie^, *Paris*, 8, *rue de Rocroy.* — Hydromètres avec indicateurs électriques. Manomètres. Thermomètres. Baromètres pour monuments publics avec indicateurs électrique. Baromètres enregistreurs avec indicateurs électriques. P.

**618. Hardy, Hayet et Lignereux,** successeurs, *Paris*, 6, *avenue de La Motte-Piquet.* — Baromètre enregistreur. Horlogerie électrique. Boussoles Duchemin. S. C.

**619. Hempel** (O.) et C^ie^, *Paris*, 55, *quai des Grands-Augustins.* — Machines et appareils accessoires pour l'enseignement de l'électricité statique. S. 13.

**620. Jacquemier** (Raoul), *Paris*, 122, *avenue de Neuilly.* — Indicateur d'intensité. — Intégromètre. — Régulateur électrique pour machines marines. — Télémètre. — Cinémomètre. — Enregistreur anémométrique. N.

**621. Jamain** (Louis), *Paris*, 30, *rue d'Hauteville.* — Tubes lumineux de Geissler, de Plucker, de Hittorf et de Becquerel; instruments en verre. S. 11.

**622. Lagarde** (Joseph), *Paris*, 15, *rue de Sèvres.* — Boussole des sinus à zéro mobile. — Condensateur avec un nouveau diélectrique. P. M.

**626. Lattuada** (J.), *Villeneuve-la-Garenne*, 77, *quai d'Asnières.* — Calendriers perpétuels automatiques mûs par l'électricité. S. 19.

**627. Le Goarant de Tromelin** (G.), *Lorient* (Majorité générale). — Loch électrique avec compteur, fonctionnant sans ferme-circuit étanche et par différence de résistance extérieure de la pile. Cet appareil permet de connaître sans relèvements les diamètres des cercles de giration d'un navire. N.

**628. Leguay** (E.), *Paris*, 79-81, *rue de la Tombe-Issoire*. — Enroulage de bobines et fourniture de fils pour tous les appareils électriques; résistances et nombre de tours mesurés exactement. — Electro-aimants. — Bobines d'induction. — Etalons de résistance isolés ou montés en série. S. 15.

**629. Lemoine** (A.), *Paris*, 7, *rue Blanche*. —Pendules électriques : à réaction atmosphérique (dite Papilionome). — A commutation par l'échappement. — A étoile commutatrice (dite Astéronome). — Sonnerie électrique sans ressort (dite Chassevent). S. 11.

**630. Lenczewski** (Ladislas) et **C^ie^**, *Paris*, 25, *rue Montagne-Sainte-Geneviève*. — Aimants. — Pendules électriques (système Schweizer et Leclanché). S 15, P.

**631. Henry Lepaute** fils, *Paris*, 6, *rue Lafayette*. — Systèmes divers d'unification de l'heure (voir au pavillon de la ville de Paris). — Appareil avertisseur et contrôleur automatique du niveau des eaux. S. 19, N.

**632. Loiseau** (Achille), *Paris*, 57, *rue Fontaine-au-Roi*, *et* 29, *rue de Richelieu*. — Appareils électriques destinés à l'instruction et à l'amusement : bobines, piles. — Allumoirs automatiques.—Télégraphes; sonneries. — Moteurs électriques. — Pendule électrique. S. B.

**633. Loiseau,** *Paris*, 57, *rue Fontaine-au-Roi*, *et* **Guichard,** *Paris*, 221, *rue Lafayette*. — Collection complète d'appareils électriques destinés à l'instruction et à l'amusement. — Piles. — Bobines; allumoirs automatiques; sonneries; télégraphes, toiles métalliques galvanisées (procédés Guichard). S. B.

**634. Luizard** (Léon), *Paris*, 21, *rue d'Arcole*. — Machine électrique statique modèle classique. — Machine électrique pour l'électrothérapie statique. — Machine de Holtz à quatre plateaux, pierre d'aimant naturel montée. — Galvanomètre-télégraphe. S. 15.

**636. Mathieu** (L.-A.), *Paris*, 20, *rue de Saintonge*. — Horlogerie électrique. S. 10.

**638. Mercadier** (E.), *Paris*, 65, *rue de Bourgogne*.—Chronographes électriques enregistreurs. P. M.

**639. Meritens** (de), *Paris*, 44, *rue Boursault*. — Aimants permanents. N., S. 9.

**640. Mildé** (Charles, fils), *Paris*, 5, *rue de Monceau*. — Régulateurs électriques. — Régulateur ordinaire à contact par quinze secondes. — Régulateur à sonneries. — Différents modèles de récepteurs. S. 14.

**641. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** (Observatoire de Besançon, M. St-Loup, directeur). — Anémographe électrique. — Disposition de remise à l'heure. S. 20.

**642. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** (Observatoire de Marseille).—Appareils électro-magnétiques de M. Lœwy. S. 20.

**643. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** (Observatoire de Paris).—Appareil chronographique employé dans la détermination des longitudes. — Appareil de la vitesse de la lumière de M. Cornu. — Appareil de M. Wolf pour la détermination des équations personnelles dans les observations de passages. — Dessin de l'appareil de réglage électrique des pendules et de distribution de l'heure, établi à l'Observatoire par M. Wolf. — Document relatif à l'envoi télégraphique de l'heure aux postes. — Micromètre à fils éclairés par l'électricité par M. Wolf. S. 20.

**644. Ministère de la Marine, et des Colonies**, *Paris*. — Appareil balistique Marcel Deprez, Sebert et Letard. — Chronographes. — Accélérographes. — Vélocomètres. — Balances manométriques, projectiles enregistreurs, cible disjonctrice, interrupteurs et enregistreurs. Intégromètre et cinèmomètre Jacquemier. — Appareil du commandant Trèves pour l'étude du magnétisme. N.

**645. Mors,** *Paris, 4 bis, rue Saint-Martin.* — Electro-aimant tubulaire de Camacho. S. C., S. C.

**646. Napoli** (D.), *Paris*, 98, *faubourg Poissonnière.* — Pendule électrique à sonnerie et à répétition. N.

**647. Nodot** (J.-B. Victor), *Dijon*, 5, *rempart de la Miséricorde.* — Une table d'Ampère. — Appareil servant à démontrer l'action des courants sur les courants. — Aimant rotateur d'Ampère. — Une roue de Barlow. S. 15.

**648. Noé** (Charles-François), *Paris*, 9, *rue Laromiguière.* — Appareils d'Œrsted et de Clarke. — Aiguilles d'inclinaison et de déclinaison. — Bobines d'induction. — Machine pour la chute des corps de M. Bourbouze. — Plan incliné à sonnerie. — Tubes étincelants. — Appareil de Foucault pour transformer la force magnétique en chaleur. — Œuf De de la Rive. — Accessoires des bobines. — Appareil pour démontrer le rayonnement dans le vide de M. Opdenberg. S. 15

**649. Noël** (Victor-Alfred), *Paris*, 165, *rue Saint-Denis.* — Horloge enregistrant la vitesse des trains et l'heure du passage sur un point déterminé et pouvant unifier l'heure de la ligne. S. 11.

**650. Patry** (Stanislas-Auguste), *Paris*, 12, *rue du Bouloi.* — Horlogerie électrique (système Patry). S. 19.

**651. Puvilland** (frères), *Paris*, 23, *rue Oudinot.* — Pendule électrique. S. 11.

**652. Redier** et C^ie^, *Paris*, 8, *cour des Petites-Ecuries.* — Horloges et pendules synchronisées électriquement. P. V.

**653. Regnard**, *Paris*, 28, *rue Charlot.* — Aimants, faisceau d'aimants. S. 15.

**657. Sainte** (Aman), *Paris*, 25, *rue du Château-d'Eau. Entrée : rue Taylor*, 22. — Un compteur de tours, mesureur de vitesse, applicable aux machines Gramme et autres appareils. — Un indicateur mécanique du niveau d'eau contenu dans les chaudières avec transmission électrique. S. 12.

**658. Sebert** (H.), *Paris*, 17, *boulevard de Courcelles.* — Appareils balistiques : chronographe, vélocimètres, projectiles enregistreurs, interrupteurs électriques, cible disjonctrice. N.

**659. Seguy** (V^ve^ Hector et fils), *Paris*, 55, *rue Monsieur-le-Prince.* — Tubes lumineux de Geissler, de Hittorf, de Plucker, de De la Rive, de Holtz, de Becquerel, de Crookes. — Thermomètre électrique avertisseur. S. 11.

**660. Séligmann-Lui**, *Paris.* — Galvanomètre astatique à réflexion. — Pont de Wheatstone. — Clefs et shunt. P. M.

**661. Société anonyme « Le Nickel »**, *Paris*, 38, *rue de la Chaussée-d'Antin.* — Aimant en nickel. — Boussole à aiguille en nickel. — Sels de nickel. — Anodes. S. 15.

**662. Société nouvelle des Forges et Chantiers de la Méditerranée.** (Jouët-Pastré, administrateur délégué). *Paris*, 28, *rue N.-D. des Victoires.* — Torpilles (système Mac Evoy), installation complète de dix torpilles commandées par un seul fil (téléphones, table de manipulation, etc.). — Torpille portée, manœuvrée en duplex. — Torpille dormante avec ferme-circuit électro-automatique. — Galvanomètre de torpilleur avec cadran lumineux (service de nuit). — Galvanomètre portatif avec batterie. S. 11.

**663. Solignac et Cie**, Société d'études et constructions électriques, *Paris*, 208, *rue Saint-Maur*. — Bobines d'aimantation. S. 12.

**665. Trouvé** (Gustave), *Paris*, 14, *rue Vivienne*. — Electro-aimants et aimants puissants, portant 45 à 50 fois leur poids. N., S. 4, S. 9.

**666. Ville de Paris** (Régiment des sapeurs-pompiers). — Horloge enregistrant les appels d'incendie, avec remise à l'heure (système Breguet) intercalée sans interruption sur la ligne. P. V.

**667. Ville de Paris** (réglage et remise à l'heure des horloges par l'électricité.

*Synchronisation.* — M. Breguet : Centre horaire, type de la ville. — Pièces détachées. — Pendule 1/2 seconde. — Poste distributeur à l'Observatoire (dessin). — M. Borrel : Horloge de clocher, synchronisée.

*Réglage automatique.* — Système de MM. Rédier et G. Tresca, appliqué par M. Henry Lepaute.

*Remise à l'heure par rectification de la position des aiguilles.* — Systèmes de MM. Breguet, Collin et Fénon-Paul Garnier.

*Remise à l'heure par le réglage à l'avance.* — Dispositions de MM. Collin, Borrel, Redier et G. Tresca.

*Remise à l'heure par désembrayage du rouage.* — Système de M. Fénon, appliqué par M. Paul Garnier. — Système de MM. Rédier et G. Tresca. — Pendule à deux rouages.

*Remise à l'heure mixte.* — M. Collin : Par l'arrêt en cas d'avance; par désembrayage ou par rectification de la position des aiguilles en cas de retard.

*Emprunt des lignes du réseau télégraphique pour la remise à l'heure*, horloge synchronisée faisant fonction de centre horaire (M. Borrel). — Boîtes de relais pour six lignes (M. Breguet). — Horloges avec remise à l'heure et commutateurs spéciaux (système Madeleine), M. Lepaute.

Le même modifié, M. Collin (systèmes de MM. Fénon-Paul Garnier et Borrel). P. V.

## CLASSE 13.

### APPAREILS DIVERS.

**668. Aboilard** (Louis), *Paris*, 1[illegible], *rue de Courcelles*. — Gâche électrique pour porte cochère. S. 1[illegible]

**669. Académie d'aérostation météorologique**, *Paris*, 29, *rue de Chapelle*. — Partie basse d'un ballon et d'un filet. — Une nacelle parée pour le départ, comprenant corde d'ancre, ancre, cône-ancre, couronne de sauvetage, panier à pigeons, ainsi que les différents appareils pour observations : Baromètre thermomètre maxima et minima, hygromètre, boussole ordinaire, boussole aérostatique Vincent, etc., etc. Plus une série d'appareils électriques qui ont servi dans différentes ascensions : Pile secondaire de M. G. Planté. — Moteur Trouvé. — Télégraphe militaire Trouvé. — Régulateur Serrin avec réflecteur. — Différents téléphones. — Obturateur électrique pour la photographie. — Électroscope à feuilles d'or, etc., etc. S. B.

**671. Barbier** (E.-F.), *Paris*, 9, *rue Fromentin*. — Allumoir électrique pour le gaz. S. 16.

**672. Barbier** (Pascal), *Paris*, 52, *avenue de la Grande-Armée*. — Nouveaux conducteurs électriques avertisseurs d'incendie. — Boîte d'alarme électrique. P. M.

**673. Bardillon**, *Paris*, 185, *rue d'Alésia*. — Compteur électrique indiquant l'emploi du temps d'une voiture. P.

**674. Barral** (Charles), *Paris*, 1, *rue Larrey*. — Appareil avertisseur d'incendie, consistant en deux fils iso-

lés par la gutta, et réunis au contact de la flamme par une soudure métallique provenant de la réduction d'un sel métallique. — Lampe à allumoir électrique fixe. P.

**675. Baudet** (Cloris), *Paris*, 90, *rue Saint-Victor*. — Appareil photographique spécial. S. 10.

**676. Baudet** (Cyrille), *Paris*, 20, *rue Favart*. — Piano électrique à sons continus. — Piano mécanique électrique. S. 5.

**678. Bédollière** (de la), *Paris*, 20, *rue de Navarin*. — Appareil formant un circuit à une température donnée, pouvant servir d'avertisseur d'incendie, arrêter ou mettre en marche un système quelconque, etc. N.

**679. Bellet** (Louis P.), *Paris*, 33, *avenue de Saint-Ouen*. — Crayon voltaïque. — Appareil électro-graphique permettant de reproduire instantanément l'écriture, le dessin, les cartes et plans. — Application à la lithographie et à la paniconographie. S. 14.

**680. Bernard** (Julien), *Paris*, 1, *rue Larrey*. — Un indicateur téléautographique destiné à transmettre à distance les indications minima et maxima de cadrans ou de tiges divisées et graduées. P.

**681. Billaudot** (Louis), *Bellevue (Seine-et-Oise)*, 5, *rue Léonie*. — Surveillant électrique des veilleurs de nuit et sa sonnerie d'alarme. S. 17.

**682. Biloret et Mora**, *Paris*, 93 *et* 95, *boulevard Richard-Lenoir*. — Tubes de Geissler. S. 9.

**684. Boivin** (Arsène), *Paris*, 16, *rue de l'Abbaye*. — Cible électrique expérimentée par la Société nationale de tir des communes de France. — Tableau indicateur de 25 numéros dans un espace de 12 centimètres carrés. S. 15, S. 2, B. C. *e*.

**685. Bonneau** (Henri), *La Rochelle*. — Appareil servant à l'observation continue et à l'enregistrement de la direction et de la vitesse des courants, particulièrement des courants marins à une profondeur quelconque. S. 20.

**686. Bourdin** (J.), *Paris*, 25, *rue Descombes*. — Petit modèle de bateau destiné à poser les câbles sous-marins; machine à poser les câbles souterrains. N.

**687. Desruelles** (L.) et **Bourdoncle** (J.), 8 *bis*, *avenue Percier*. — Allumeurs électriques à gaz. — Allumoirs électriques d'appartement. — Système d'allumage électrique automatique pour théâtres et pour magasins. — Modèle de navires dont tous les services sont faits électriquement au moyen de piles sèches. S. 10.

**689. Breguet** *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Exploseurs dits coups de poing et amorces pour mines. — Indicateurs du niveau de l'eau dans les cuves pour sucreries et autres industries. — Avertisseurs d'incendie pour les villes.
N., P. M., S. C., S. 18, S. 13, S. 19. S. 7, B. C. *s.*, S. 8.

**690. Brin** frères, *Paris*, 40, *rue de Passy*. — Appareil servant à produire l'ozone par l'électrisation de l'oxygène à l'état naissant. B. C. *e*,

**691. Cahen**, *Paris*, 14, *rue Cloche-Perce*. — Allumoirs et lampes électriques. — Microscopes électriques. S. B.

**692. Caron** (Charles), *Paris*, 189, *rue Saint-Maur*. — Balançoire automatique marchant par l'électricité. S. B.

**694. Chabrier** (François) jeune, *Paris*, 63, *rue de Maubeuge*. — Allumage électrique pour fourneau de cuisine et appareil d'éclairage au gaz. S. 4.

**694 bis. Changy** (de), *Levallois-Perret*. — Lampes électriques. P.

**696. Chapuis** (François), *Paris*, 17, *rue Lourmel.* — Tue-mouche électrique. — Robinet automatique électrique. — Entonnoir indicateur des fûts pleins. Avertis. d'inond. S. 17.

**697. Charpentier** (Amédée), *Paris*, 7, *rue Garancière.* — Avertisseur d'incendie par fils métalliques servant de fils conducteurs pour sonnettes électriques. — Nouvelle disposition donnant aux cordons de sonnettes la propriété d'être avertisseurs d'incendie. Appareil indiquant d'une façon précise la température existant au sein des matières accumulées, telles que : charbons, foins, graines chiffons, etc. — Appareil pour étuves et serres. P.

**698. Chenot** aîné, *Paris*, 10, *rue David.* — Un électro-trieuse de minerais, avec son excitateur électro-magnétique fonctionnant automatiquement. B. C. *n.*, P

**700. Christofle** et **C^ie^**, *Paris*, 56, *rue de Bondy.* — Machine à graver électro-magnétique. — Machine à reproduire les dessins à réserve, soit en surface, soit sur forme ronde-bosse. — Collection d'objets gravés à la machine électro-magnétique. N.

**702. Collin** (Armand-François), *Paris*, 118, *rue Montmartre.* — Girouette électrique (système Bisson). — Indicateur des niveaux d'eau à un seul fil, inversion de courant.— Récepteur à double fonction d'avant et d'arrière, suivant le sens du courant. — Marégraphes et fluviographes quotidiens ou hebdomadaires. S. 19, N., P. V.

**703. Combettes** (Léonce de), *Paris*, 92, *rue de Bondy.* — Jouets scientifiques. — Chemin de fer électrique. S. B.

**704. Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée**, *Paris*, 88, *rue Saint-Lazare.* — Sonneries, avertisseurs divers. — Hydrostatimètre électrique (système Jousselin). N.

**705. Compagnie française du Celluloïd**, *Paris*, 11, *rue Bailly.* Matière première isolante. — Boîtes de sonnerie, boutons, vases à pile. — Echantillons divers d'applications. S. 16.

**706. Courtot**, *Paris*, 75, *rue Caumartin.* — Régulateur à eau, système Tessié du Motay. S. 15.

**708. Dalmas** (Albert de), *Château de Seyre, commune de Seyre* (*Haute Garonne*). — Appareil électrique dit : *Electro-phylloxericide.* P.

**711. Debayeux** (A.), *Paris*, 41, *rue des Blancs-Manteaux.* — Machine à voter pour les grandes assemblées. S. 15.

**712. Delamotte** (Georges), *Paris*, 5, *rue de Tivoli.* — Indicateur de niveau à cadran et à sonnerie variable, avec enregistreur, pour sucreries. N.

**712** bis. **De la Roche** (Charles), *Paris*, 30, *avenue Duquesne.*— Appareils hydro et électro-pneumatiques pour horloges et autres mécanismes. — Appareils hydro-électriques de sûreté contre la rupture des conduites d'eau, incendies, etc. — Système Carl Mayrhofer, de Vienne, inventeur des horloges pneumatiques. S. 19, S. 10.

**713. Delaurier** (E.), *Paris*, 77, *rue Daguerre.* — Appareil pour détruire le grisou des mines de houille au fur et à mesure de sa production. S. 11.

**714. Deschiens**, *Paris*, 123, *boulevard Saint-Michel.* — Compteurs de tours à distance. — Indicateurs de niveau. S. C.

**715. Dronier** (P.), *Paris*, *Belleville*, 65, *rue des Fêtes.* — Allumoir électrique. P.

**716. Druelle** (Prudent), *Courcelles*, (*commune de Fonsomme*). Aisne. —

Avertisseur thermo-électrique appliqué principalement aux appareils divers de l'industrie sucrière et de la fabrication de l'alcool; peut servir d'avertisseur d'incendie dans les maisons. P.

**717. Dubos** (Charles), *Paris*, 41, *avenue La Motte-Piquet*. — Une sphère terrestre en fer doux pouvant s'aimanter dans toute sa superficie. B. C., *n*.

**718. Electricien** (L.) (Laboratoire de l') *Paris*, 9, *rue du Renard*. Lampe universelle Bouliguine. — Commutateur Ladiguine. — Moteur et piles de l'aérostat électrique de M. Gaston Tissandier. — Régulateur de courant Hospitalier. — Allumoirs électriques Banque et Maigret. — Accumulateurs électriques et appareils accessoires de chargement. — Lampes à incandescence, etc. S. 16.

**719. Eliaers** (A. E.), *Paris*, 188, *boulevard Voltaire*. — Applications de moteurs électriques (système Trouvé) à des meubles : bibliothèques, chaises, fauteuils, etc. S. 3.

**720. Estienne**, *Paris*, 132, *boulevard de Vaugirard*. — Indicateur désignant lequel a appelé de deux postes en dérivation sur un fil. P. M.

**721. Felber** (Charles), *Paris*, 163, *boulevard Haussmann*. — Voitures de maître avec applications diverses d'électricité. B. C. *e*.

**722. Fossey** (Jean), *Paris*, 13, *rue Thévenot*. — Cartons de bureaux, s'ouvrant et se fermant par l'électricité. P.

**723. Frémond** (Alphonse), *Paris*, 5, *avenue Rapp*. — Couveuses et couveuses-éleveuses, sans tiroirs et à tiroirs, munies d'un régulateur électrique de température. — Eleveuses munies d'appareils électriques avertisseurs. B. C. *o*.

**724. Gaiffe** (Ladislas-Adolphe). *Paris*, 40, *rue Saint-André-des-Arts*. — Fils de platine pour amorces électriques. S. 9, S. 13, P.

**725. Gallet** (Victor), *Paris*, 66, *boulevard Magenta*. — Coffres-forts à sonneries électriques. S. 10.

**726. Gary**, *Paris*, 22, *rue Sainte Eugénie*. — Calendrier marchant à distance. — Calendrier avec récepteur donnant les heures et les dates. S. 14.

**727. Geoffroy** (Victor), *Montreuil-sous-bois*, 15, *rue des Gatines*. — Appareil électrique destiné au transbordement des dépêches dans les trains rapides. — Tir pour armes de salon avec cible électrique. B. C. *n*., S. B.

**728. Gérard** et **Germot**, ingénieurs civils. *Paris*, 27, *rue du Bac*. — Système athmodynamique et thermométrie industrielle annonçant la présence du feu et de l'eau dans les navires, avertisseur des incendies. P.

**729. Germain** (P.), *Clermont-Ferrand*. — Pyromètre. — Préventifs électriques contre la gelée. P. M.

**730. Gire** (Émile), *Paris*, 4, *rue de la Gaîté*. — Bouilleur électrique. B. C. *n*.

**731. Godfray** (J. W.), *Paris*, 55, *galerie Vivienne*. — Plume électrique d'Edison pour la reproduction autographique instantanée. S. B.

**732. Gorde** (A.), *Paris*, 24, *rue Pigalle*. — Jouets électriques. S. B.

**733. Grin** (Camille), *Paris*, 55, *rue du Commerce*. — Photostat-héliocrone, anoculoscope. P.

**734. Grivolas** fils, *Avignon*, 59, *rue Calade*. — Fluviomètre, appareil indiquant et enregistrant en centimètres à toutes distances, les variations du niveau des cours d'eau et réservoirs ; composé d'un flotteur, d'un récepteur muni d'un cadran et d'un enregistreur, et d'un seul fil de ligne. S. 13.

**735. Guichard et Cie**, *Paris*, 8, *rue de Rocroy*. — Manomètres, hydromètres et baromètres pour monuments éclairés par l'électricité. P.

**736. Guichard** (P.), *Paris*, 221, *rue Lafayette*. — Clavier à contacts électriques reproduisant l'exécution à distance sur d'autres instruments ou sur timbres. S. 5.

**738. Guiter**, *Paris*, 19, *rue Lafayette*. — Billard muni de marques électriques système P. Guichard. S. 3.

**739. Hardy. Hayet** et **Lignereux**, successeurs, — *Paris*, 6, *avenue La Motte-Piquet.* — Régulateur de température. Machine à tarer les anémomètres et les hydro-rhéomètres. S. C.

**740. Henry** (Paul), *Paris*, 21, *passage des Favorites.* — Meules d'émeri pour biseauter les bougies d'éclairage électrique. — Machines à meuler et lapidaires pour fabricants d'appareils électriques et téléphoniques. B. C. *n*.

**741. Houlmann** frères, *Paris*, 41, *boulevard du Temple.* — Oiseaux chanteurs mus par l'électricité. S. B.

**742. Humblot** (P.-C.), *Paris*, 77, *rue Saint-Charles*, et **Terral** (Henri), 49, *boulevard de Grenelle.* — Appareil de démonstration pour la transmission électrique double en pont. Les piles sont remplacées par des souffleries ; des robinets servent de rhéostats ; la ligne est une conduite d'air et l'atmosphère représente la terre comme réservoir commun. P. M.

**743. Hutchinson** et **Cie**, *Paris*, 1, *rue d'Hauteville.* — Caoutchouc, gutta-percha, etc., appliqués à la télégraphie. S. 16.

**744. Jarriant**, *Paris*, 58, *rue Pierre-Charron.* — Contrôleurs de rondes. — Monte-plats, monte-charges. Ascenseur. — Appareil pneumatique à déclanchement électrique. S. 10.

**745. Jean** (Jean), *Vésinet*, 24, *rue Ernest André.*, Appareil électrique avertisseur fonctionnant dans l'eau. S. 11.

**747. Kern** (Emile), *Paris*, 3, *rue Gérando.* — Compteurs à eau de Kennedy. — Appareils de fontainerie de la Cie Glenfield pour la Société d'électricité. N.

**748. Labiscarre** (Jean), *Paris*, 103, *rue Vercingétorix.* — Bouée de sauvetage dite balise avec avertisseur électrique (système Boivin) pour communiquer avec le sémaphore. P.

**749. Lacanau** (Alexis), *Grasse* (*Alpes-Maritimes*). — Avertisseur électrique d'incendie. P. M.

**750. De Lagréné**, ingénieur en chef des ponts et chaussées (Mantes), **Chabert**, Ingénieur ordinaire, **Moquery** Ingénieur ordinaire, **Collin**, Constructeur.— Fluviographe électrique avertisseur, système Ch. Mocquery destiné à enregistrer à toutes distances les variations du niveau des cours d'eau et à avertir les barragistes des manœuvres qu'ils ont à faire. S. 19.

**752. Le Chippey**, *Paris*, 64, *faubourg Saint-Martin.* — Jeu d'adresse dit jeu de la comète. — Jeu nouveau dit jeu de cinq clous. Porte-plumes et porte-crayons aimantés et à boussoles. S. B.

**753. Legras** (François-Théodore), *Saint-Denis*, 81, *avenue de Paris.* — Manches d'excitateur. — Pieds de tabouret.—Œufs électriques.—Timbres cristal pour sonnerie électrique. — Verre vert clair isolant spécial pour articles servant à l'électricité, tels que bocaux de toutes grandeurs pour batteries électriques, en général tous les appareils en verre blanc ou de couleur servant pour physique, chimie, électricité. P. M.

**754. Létard** (H.), garde d'artillerie, *Paris*, 14, *boulevard Morland.* — Indicateur d'ordre à synchronisme électrique pour les navires. Appareils balistiques. N.

**755. Le Tellier** et **Vestraet**, *Paris*, 47, *rue Turbigo.* — Caoutchouc durci. — Disques pour machines électriques. — Cuves pour galvanoplastie. — Vases, gobelets pour piles. — Plats. — Isolateurs. — Bornes à contre-écrou. — Rondelles pour collecteurs. — Feuilles. — Boudins. — Robinets. — Entonnoirs et tous articles pour l'électricité. S. 16.

**756. Levavasseur et Ouachée**, *Paris*, 154, *rue de Rivoli*, (au Paradis des Enfants.) — Jouets se rapportant à l'électricité ou en dérivant. S. B.

**757. Malleron** (F.), *Paris*, 85, *rue de Rivoli.* — Nouveau système de toudage électrique. — Application

des vibrations électriques aux instruments de musique : orgues, pianos et harmoniums. P.

**758. Matthey** (J.), *Paris*, 78, *rue Saint-Martin*. — Peinture lumineuse applicable sur verre, bois et tous métaux visible dans l'obscurité. P.

**759. Menusier** (Ernest), *Versailles*, 16, *rue Montbauron*. — Allume-gaz électrique instantané pour magasins, établissements publics et compagnies de gaz. — Chaussures électriques contre douleurs, humidité et froid. — Préservation des viandes de boucherie en temps de chaleur et d'orage. — Serrurerie électro-magnétique. S. B.

**760. Mildé**, *Paris*, 3, *rue Monceau*. — Machines à voter, système de Gaulne et Mildé.— Métronome électrique. S. 14, S. 2.

**761. Ministère de la Guerre.** *Paris*. Engins et appareils pour la mise du feu par l'électricité.— Amorces, outillage. — Aérostation militaire. — Cinémomètre à déclancheur électrique. — Electro-dynamomètres. — Appareil automatique projecteur de lest ou de gaz. N.

**762. Ministère de la Marine et des Colonies**, *Paris*. — Régulateur électrique Jacquemier pour machines marines. Embrayeur électrique Trèves. — Ferme circuit de E. Bédollière. N.

**764. Mirand** (fils), *Paris*, 57, *rue Galande*.— Pointeur électro-magnétique à train différentiel du docteur Noël. — Enregistreur isochrone à signal électro-magnétique de Mirand. — Brachytotype du docteur Noël.— Microscope à platine chauffante à réglage électro-magnétique de Mirand. S. 11.

**765. Montclar** (J.-M.-A.), *Paris*, 2, *boulevard de Strasbourg*.— Boîte à lettres dite le *Facteur électrique*, permettant aux locataires de recevoir leurs lettres sans intermédiaires.— Guichets de sûreté pour portes d'habitation. P.

**766. Montenat** (Gaspard-Alfred), *Paris*, 51, *Faubourg-du-Temple*. — Jouets électriques et nouveaux modèles de jouets fonctionnant par la force attractive ou répulsive des aimants. S. B.

**767. Mors**, *Paris*, 4 *bis*, *rue Saint-Martin*. — Métronome électrique pour théâtres. S. 2, S. C., N.

**768. Mouchère** (fils), *Angoulême* (*Charente*).— Appareil électrique de dévidage et pesage automatique.— Machine pelotonneuse destinée à desservir l'appareil. N.

**769. Mourlot** (Ernest), *Paris-Auteuil*.— Nouveau produit isolant dit gutta-percha française, remplaçant le caoutchouc durci et la gutta dans les usages électriques. P.

**770. Naudin** et **Schneider**, *Montreuil-sous-Bois* (*Seine*). — Désinfection des alcools, mauvais goûts par l'hydrogénation et l'oxydation des flegmes de toutes natures au moyen de l'*électrolyse*. S. 14.

**772. Parent** (Georges), *Paris*, 19, *rue Debelleyme*. — Jouets mus par l'électricité. — Bateaux, chemins de fer, animaux, jouets aimantés, etc. — Sonnerie électrique. S. B.

**774. Petit** (G.), *Paris*, 91, *rue Blomet*.— Avertisseurs électriques (appareils destinés à appeler des secours en cas d'incendie.) P. M., P.V.

**775. Piat** (A.), *Paris*, 85, *rue Saint-Maur*.— Hâveuse (système Chenot), mue par l'électricité. B. C. *s*.

**776. Planté** (G.), *Paris*, 56, *rue des Tournelles*.— Allumoir électrique à courant secondaire. N.

**777. Raffard** (N.-J.), *Paris*, 16, *rue Vivienne*. — Avertisseur électrique de l'échauffement des tourillons. —Extincteur automatique des incendies. P., B. C. *o*.

**780. Roullier** et **Arnoult**, *Gambais-lès-Houdan* (*Seine-et-Oise*). — Hydro-incubateurs de 50 à 200 œufs à température permanente (chauffage électrique).— Eleveuses hydromères, contenant de 40 à 200 poussins, chauffées par le même procédé. — Lampes électriques à mirer les œufs. B. C. *o*.

**782. Société Générale pour la fa-**

**brication de la Dynamite**, (Roux (L.), administrateur, directeur général), *Paris*, 17, *rue d'Aumale*.— Mise à feu des mines par l'électricité au moyen de divers appareils à friction et du coup-de-poing Breguet. S. 11.

**783. Société Nationale du Tir des communes de France et d'Algérie** (Duquesne, Alfred, directeur), *Paris*, 16, *rue de la Sorbonne*.— Matériel mobile Duquesne pour le tir à courte portée (muni d'une cible électrique, système Boivin.) B. C. *e*.

**784. Société Universelle d'Electricité Tommasi** (Tommasi, directeur), *Paris*, 11, *rue de Provence*. — Divers appareils électriques. B. C. *o*., S. 16.

**785. Solignac** et **C^ie^**, Société d'études et constructions électriques, *Paris*, 208, *rue Saint-Maur*. — Commutateurs à mercure. — Jeux d'orgue à mercure.—Boîte de sûreté. S. 12.

**786. Trêves** (Aug.), capitaine de vaisseau. — Appareils divers pour l'étude du magnétisme. — Embrayeur électrique. — Signal horaire. — Application de la téléphonie. — Modèles de Torpilles. N.

**787. Trouvé** (Gustave). *Paris*, 14, *rue Vivienne*.— Appareils spéciaux pour bains électriques à courant induit, à courant constant et continu, localisés ou généraux, sans baignoire spéciale.— Bateau électrique. S. 9, N.

**788. Vaillant** (A.), **Leclerc** (A.), et **Gourdon** (P.). *Paris*, 108, *avenue de Villiers*. — Peseur automatique. B. C. *s*.

**789. Vavin** (Charles), *Paris*, 15, *avenue de Messine*. — Trieurs magnéto-mécaniques servant à séparer les matières attirables à l'aimant de celles qui ne le sont pas.— La réaimantation n'est jamais nécessaire, il n'existe aucun point mort ou neutre sur les bagues. N.

**790. Wolff** (C.), *Paris*, 105, *boulevard Richard-Lenoir*. — Machines à inflammation électrique (système Bornhardt). — Manomètres, thermomètres, pyromètres à signal électrique.— Inflammateurs électriques et accessoires. P.

## GROUPE V.

### MÉCANIQUE GÉNÉRALE.

—

### CLASSE 14.

GÉNÉRATEURS, MOTEURS A VAPEUR, A GAZ ET HYDRAULIQUES, ET TRANSMISSIONS APPLICABLES AUX INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

**791. Alexander** (William), *Neuilly*, 7, *rue Delaizemont*. — Calorifuges Alexander. Revêtement des tuyaux de vapeur servant à la force motrice. B. C. *s*.

**792. Bâcle** (D.), *Paris*, 46, *rue du Bac*. — Pédale magique pour machines à coudre, fonctionnant à l'aide des pieds ou d'un moteur électrique. N.

**793. Bariquand et fils**, *Paris*, 127, *rue Oberkampf*. — Couso-brodeurs, machines à festonner, machines à coudre.— Petites machines à fraiser applicables à la fabrication des organes d'appareils de précision. N.

**795. Bessand** et **C^ie^**, *Paris*, 2, *rue du Pont-Neuf*. — Machines à coudre fonctionnant à l'aide de machines Gramme construites par M. Breguet. N.

**796. Blouzon** (Edme), *Paris*, 30, *rue Notre-Dame de Nazareth*. — Graisse pour machines. P.

**797. Boulet** (J.) et **C^ie^**, *Paris*, 144, *faubourg Poissonnière*. — Une machine à vapeur demi-fixe, à deux cylindres (Compound) et condensation, chaudière à foyer amovible. B. C. *s*.

**798. Bourgeois** (Florentin-Louis), *Paris*, 7, *rue Bourct*. — Graisseurs universels pour conduites de vapeur à goutte d'huile visible.— Graisseurs à chute d'huile visible pour cylindre à condensation. — Graisseurs à chute d'huile visible de 7 formats depuis 10 grammes jusqu'à 1/2 kilogramme avec une série de 500 modèles et pour tous systèmes de machines électriques. P.

**799. Buss** (W.-A.) *Paris*, 1, *rue Desaix*, *et* 40, *avenue de Suffren*. — Tachymètre (vertical) (indicateur de vitesse) pour toutes les machines fixes. — Tachymètre (horizontal) (indicateur de vitesse) pour toutes les machines mobiles. Ces instruments sont mis en mouvements par l'intermédiaire de poulies ou d'engrenages, et ils indiquent d'une manière continue, sur un cadran divisé muni d'une aiguille, les nombres de tours ou les vitesses angulaires auxquelles un arbre quelconque marche, au moment de la lecture. — Tachymètre pourvu d'une sonnerie qui commence à fonctionner au moment où une vitesse déterminée est dépassée et cesse dès que la vitesse normale est rétablie. — Tachygraphes (enregistreurs de vitesse). — Compte-tours automatiques. — Régulateurs-cosinus pour machines motrices. P., B. C. *s*.

**800. Chaligny** et **Guyot-Sionnest**, *Paris*, 54, *rue Philippe-de-Girard*. — Machine demi-fixe Compound, type de 35 à 55 chevaux, fonctionnant à condensation et à échappement libre. Puissance utile maxima : 67 chevaux-vapeur. Distribution par de simples tiroirs à coquille. B. C. *s*.

**801. Collet** et **C**ie, *Paris*, 20, *rue de Grammont*. — Chaudière à vapeur, inexplosible, 32 mètres carrés de surface de chauffe pouvant s'installer dans toutes maisons habitées suivant la loi d'avril 1880 (3e catégorie). B. C. *s*.

**802. Compagnie des chemins de fer de l'Est**, (Jacqmin, directeur), *Paris*, *gare de Strasbourg*. — Wagon d'expériences pour l'étude simultanée des efforts développés sur la barre d'attelage et du travail de la vapeur dans les cylindres d'une locomotive en marche (présenté par M. Regray, ingénieur en chef). — Frein électrique monté sur un châssis de voiture. — Régulateur de vitesse (présenté par M. Napoli, agent de la Compagnie). N.

**803. Compagnie française des Moteurs à gaz**, *Paris*, 15, *avenue de l'Opéra*. — Moteurs à gaz horizontaux (système Otto), de 1/2, 1 cheval, 2, 4, 6, 8, 12, 20, 25 et 50 chevaux représentant ensemble 200 chevaux-vapeur. B. C. *s*.

**804. Cordier** aîné et fils, *Paris*, 98, *rue du Chemin-Vert*. — Cheminée en briques et fourneaux des chaudières de la force motrice de l'Exposition. — Modèle de fourneau fumivore. — Dessins de cheminées. B. C. *s*.

**805. Dandigny**, *Paris*, 16, *place de la Chapelle*. — Roue vapeur, système Dandigny, actionnant à grande vitesse et sans intermédiaire de mouvement une machine dynamo-électrique. S. 12.

**806. Debié** (E.), ingénieur civil, *Paris*, 53, *quai des Grands-Augustins*. — Machine à découper des rouleaux de papier par bandes pour appareils électriques. — Études et entreprises de toutes installations concernant la fabrication du papier. N., B. C. *n*.

**808. Domange Lemière et C**ie, successeur de E. Scellos. *Paris*, 74, *Boulevard Voltaire*. — Courroies en cuir pour transmissions, servant aux moteurs de l'exposition. P., B. C. *s*.

**809. Domont** (G.) et **C**ie, *Paris*, 124, *boulevard Magenta*. — Lubroléine. Huiles minérales américaines de la maison Weston et Fisk de New-York, spéciales pour cylindres, machines, broches, machines à coudre, etc. — Graisseurs pour cylindres, transmissions, etc. — Produits d'amianthe, sous toutes les formes. P., B. C. *s*.

**810. Donnay** (Ch.), successeur de Facy fils, *Paris*, 25, *rue de l'Atlas*, — Machines à fraiser diverses pour travaux de précision. N.

**811. Dubois** et **C**ie, *Paris*, 70, *rue de Rivoli*. — Huiles [illegible] inoxydantes pour appareils [illegible] et instru[illegible] de précision [illegible] P.

**812. Dumont** (L.-F.), *Paris*, 55, *rue Sedaine*.— Pompes destinées au service de la force motrice. B. C. *s.*

**813. Farcot** (Emmanuel-Denis), *Paris*, 233, *faubourg Saint-Martin*. — Dynamomètre servant à mesurer le travail de toute machine mue par courroie et à évaluer le rendement des machines productives de l'électricité. — Lampe centrifuge et petit ventilateur mus par l'électricité. B. C. *s.*

**814. Farcot** (Joseph), *Saint-Ouen (Seine)*. — Machine à quatre tiroirs Farcot, genre Corliss perfectionné, à condensation. Puissance 60 à 120 chevaux; consommation de vapeur 7 kil. et pour les grands moteurs 6 kil. B. C. *s.*

**815. Ferry** et **Millet**, *Paris*, 1, *rue Méhul*. — Un métier (modèle suisse) à broder à fil continu. Appareil électrique avertissant de la rupture de l'un des fils des 200 aiguilles. Arrêt instantané après un, deux ou trois avertissements de rupture. Compteur électrique du nombre de points utiles faits par l'ouvrière dans une journée, dans une semaine, dans un dessin. — Un métier à broder au point de chaînette avec quatre aiguilles travaillant simultanément. Appareil électrique interrompant le travail aussitôt la rupture d'un des fils à broder. N.

**816. Gaget, Gauthier** et **Cie**, *Paris*, 25, *rue de Chazelles*. — Conduites d'eau nécessaires à l'alimentation des machines et des services d'incendie de l'exposition d'électricité. B. C. *s.*

**817. Geneste, Herscher et Cie**, *Paris*, 42, *rue du Chemin vert*. — Transports de force motrice à distance et division du travail. Ventilateurs mus par l'électricité. (Application aux établissements publics.) Ventilation des salles d'audition téléphonique de l'Exposition. Appareils avertisseurs et de sûreté. B. C. *o.*, S. 7, B. C. *e.*,

**819. Goerger** (Auguste), *Paris*, 43, *boulevard de Strasbourg*. — Huiles et graisses de naphte pour les moteurs à vapeur de l'Exposition. P.

**820. Guichard et Cie**, *Paris*, 8, *rue de Rocroy*. — Appareil destiné à mesurer le volume de l'eau entraînée mécaniquement par la vapeur (système Brocq). P.

**821. Hamelle-Fleutelot** et Ce, *Paris*, 74, *quai Jemmaes*. — Huile, valvoline, amianthe, matières diverses destinées au service de la force motrice et d'éclairage de l'exposition d'électricité. — Produits d'amianthe manufacturé (carton, fils, tissus, cordes, fibres). — Huiles valvolines pour cylindres, tiroirs et graissage en général. P.

**822. Hartwig van Biema**, *Paris*, 43, *boulevard de Strasbourg*. — Courroie en coton, inaltérable à l'air, au froid, au feu; de résistance uniforme dans toute son étendue. P.

**823. Hochgesand** (Jean), *Paris*, 200 et 202, *quai de Jemmapes*. — Graisseurs pour machines à vapeur s'adaptant sur les cylindres, les boîtes ou les prises de vapeur; fonctionnant d'une façon continue sans condensations, à haute et à basse pression, permettant un réglage de débit absolu et facile; 6 grandeurs. P.

**824. Humblot** et **Dufort** (H.), *Paris*, 77, *rue Saint-Charles*. — Un moteur hydraulique (genre turbine) appliqué à la mise en marche des appareils télégraphiques.

Ce moteur est appliqué à l'appareil Hughes pour la transmission des dépêches dans les bureaux du Ministère des postes et télégraphes. Les avantages qui en résultent sont une marche assurée, parfaitement régulière, et la suppression des poids et de leurs mobiles, ce qui rend ledit appareil moins coûteux, évite une grande fatigue aux employés et leur permet de produire un travail utile plus considérable.

M. H. Dufort, seul constructeur dudit moteur, l'applique également à actionner divers genres d'appareils ne réclamant qu'une petite force, une grande régularité et une

docilité parfaite, tels que les machines à coudre, etc. P. M.

825. **Huré** (P.), *Paris*, 8, *rue Fontaine-au-Roi.* — Machine à reproduire, tailler et affûter les fraises de toutes formes, servant aussi à façonner mécaniquement les petites pièces des appareils électriques. — Machines à fraiser, universelles. — *Le Français*, nouveau mandrin universel à serrage concentrique. — Fraises de formes diverses. — Outils de précision. N.

826. **Hurtu** et **Hautin**, *Paris*, 54, *rue Saint-Maur.* — Construction de machines-outils de précision. — Fraiseuses verticales et horizontales. — Tours. — Machines diverses. — Fraises de toutes formes. — Mèches à spires. — Palmers perfectionnés. Grattoirs à main. — Outils destinés à la fabrication d'appareils d'électricité et de télégraphie.— Fabrique de machines à coudre. N.

827. **Ivernois** (comte d'), *Paris*, 4, *rue d'Anjou Saint-Honoré.* — Moteurs à gaz produisant eux-mêmes le gaz qui les fait fonctionner. B. C. *s.*

828. **Julien** (E.) et **C**[ie], *Paris*, 153, *boulevard de la Villette.* — Nouveau moteur à vapeur (système Julien), sans échappement de vapeur, sans alimentation, mise en train et arrêt instantanés, chauffage facultatif au gaz ou au charbon. B. C. *s.*

829. **Kaleski** (Selig), *Paris*, 26, *rue Sainte-Croix de la Bretonnerie.* — Gravure sur cristaux, par un tour à moteur électrique. B. C. *s.*

830. **Kern** (E.), *Paris*, 15, *rue Gérando.* — Compteur d'eau Kennedy. — Appareils de fontainerie de la C[ie] Glenfield pour l'Exposition. N.

831 (bis). **Legat,** *Paris*, 42, *rue de Châlons.* Détenteur de pression de vapeur. Robinet sans presse-étoupe-purgeur. B. *c.s.*

831. **Lethuillier** et **Pinel**, *Rouen.* — Flotteurs-indicateurs magnétiques et appareils de sûreté divers pour chaudière à vapeur. — Robinets à garniture d'amianthe pour prise et conduite de vapeur (service de la force motrice à l'Exposition). P.

832. **Lévy** (F.), *Paris*, 58, *rue de la Roquette.* — Charbons (fosses Hambourg et Poirier) pour le service de la force motrice. B. C. *s.*

833. **Liebermann** (J.), — *Paris*, 18, *boulevard du Temple.* — Courroies métalliques sans joints ni coutures inextensibles, de largeurs diverses, pour transmissions de force. P., B. C. *s.*

834. **Magniat** (L.) et **C**[ie], *Paris*, 4 et 6, *rue de Nantes.* — Mastic paille-liège, pour enveloppe de chaudières et conduites de vapeur. — Joints métalliques pour vapeur, eau et gaz. B. C. *s.*

835. **Michel** (Ch.-J.), *Paris*, 16, *boulevard Vaugirard.* — Un compteur d'eau (système Frager) placé sur les générateurs de M. E. Stein, ingénieur des établissements de Naeyer et C[ie], de Villebroeck (Belgique). B. C. *s.*

836. **Migniot** et **C**[ie], *Paris*, 13, *rue de Londres.* — Charbons destinés au Syndicat général chargé de l'éclairage public et de la force motrice à l'Exposition. P.

837. **Mignon**, **Rouart** et **Delinières**, *Paris*, 66, *quai Jemmapes.* — Conduites de vapeur destinées à alimenter les moteurs. — Tubes en fer soudés par recouvrement. B. C. *s.*

838. **Moseley** (David) et fils, *Paris*, 3, *cité Magenta* et 33 *bis*, *boulevard Magenta.* — Nouvelles courroies pour machines et transmissions. — La *Simplex.* P.

839. **Mouchère** fils, *Angoulême.* — Appareil de dévidage et de pesage automatique du fil de laine. — Machines pelotonneuses, fonctionnant avec l'aide de l'électricité. N.

840. **Muller** (Ph.) et **Roux** (Ch.), *Paris*, 138, *rue Amelot.* — Moteur à vapeur de 17 chevaux nominaux, 18 chevaux effectifs, système Tangye vertical. — Moteur à gaz de pétrole avec carburateur Muller automatique, force d'un homme. — Carburateur alpha Muller à contrepoids, force : 12 becs. B. C. *s.*

841. **Napoli** (D.), *Paris*, 98, *faubourg Poissonnière.* — Dynamomètre magnétique. — Régulateur électrique de vitesse. N.

**842**. **Olry** et **Grandemange**, *Paris*, 83, *rue Saint-Maur*. — Moteur à vapeur de 25 chevaux. B. C. *s*.

**843**. **Placide Peltereau le Jeune, frère et fils** *Château-Renault* (*Indre-et-Loire*). — Courroies de transmission dont l'une fonctionne sur la machine exposée par la maison J. Farcot. P. B. C. *s*.

**844**. **Perrières,** *Paris*, 26, *rue Montessuy*.— Travaux de massifs de moteurs et de transmission pour l'Exposition. B. C. *s*.

**845**. **Piat** (Albert), *Paris*, 85 et 87, *rue Saint-Maur*. — Transmissions générales de l'Exposition. — Paliers graisseurs à mèche métallique. — Embrayage à courroie, système P. Farcot, *spécialement* applicable aux appareils produisant la lumière électrique. B. C. *s*.

**846**. **Pilter** (Th.), *Paris*, 24, *rue Alibert*. — Locomobile de 20 chevaux (système Compound). — Machine locomobile combinée avec machine. Gramme du type à 4 foyers. B. C. *s*.

**848**. **Radiguet** (C.-A.), *Paris*, 20, *rue du Tage*. — Application de l'électricité aux métiers, casse-fils et débrayeurs électriques.— Révélateurs électriques, de mailles coulées, aiguilles chargées, coupures et trous inaperçus pendant le travail. — Contacts de chutes, pour métiers à platines horizontales et verticales, arrêts pour moulinage et croisement des fils de couleur, bobines et bobinoirs, etc. S. 10.

**849** **Raffard** (N.-J.), *Paris*, 16, *rue Vivienne*. — Balance dynamométrique pour mesurer le travail des moteurs électriques. P. B. C. *o*.

**850**. **Rikkers**, *Saint-Denis* (*Seine*). — Machines à vapeur fixes, portatives et locomobiles. B. C. *s*.

**851**. **Rous** (Edmond), *Paris*, 42, *rue Descartes*. — Robinets graisseurs à graissage continu pour tiroirs et cylindres de machines à vapeur. — Couvercles pour bielles. — Godets pour poulies folles. B. C. *s*.

**852**. **Sautter** (L.), **Lemonnier** et **C^ie^**, *Paris*, 26, *avenue de Suffren*. — Diverses dispositions de machines de Gramme commandées directement par des moteurs Brotherhood. — Moteur hydraulique Mégy à grande vitesse disposé pour commander une machine électrique. — Dynamomètre Mégy enregistrant d'une manière continue le travail transmis. N., S. 10, B. C *s*.

**853**. **Siemens** (frères), *Paris*, 8, *rue Picot*. — Chaudière à vapeur (système Collet et C^ie^). — Machine rotative (système Morin). B. C. *s*.

**854**. **Simon** (L.), représentant de la Société des mines d'Aniche, *Paris*, 146, *rue de Lafayette*. — Charbon destiné au Syndicat général chargé de l'éclairage et de la fourniture de la force motrice à l'Exposition. B. C., *s*.

**855**. **Société anonyme de constructions mécaniques d'Anzin** (Etablissements de Quillacq), *Anzin* (*Nord*). — Moteur à vapeur de 40 chevaux. B. C. *s*.

**856**. **Société centrale de constructions de machines** (administrateurs-directeurs : MM. Weyher et Richemond), *Pantin*, 50, *route d'Aubervilliers* (*Seine*). Machine à vapeur fixe, sans chaudière, système Compound perfectionné, de la force de 150 chevaux. B. C. *s*.

**857**. **Société des Huiles minérales russes**, Ragosine (V.-J.) et C^ie^, *Paris* 11, *rue de la Tour-des-Dames*. — Huiles minérales absolument pures pour le graissage des instruments de précision, l'horlogerie, les appareils électriques, les machines à vapeur, les transmissions et les applications industrielles. P.

**858**. **Société des Moteurs à gaz, système Ravel**. Ravel, ingénieur, 15, *rue Bréda*.— Ce moteur exploité par la Société des Moteurs à gaz français, se distingue par son extrême simplicité. Il agit sans compression et l'arbre moteur reçoit du piston une impulsion utile à chaque tour. Une des conséquences de cette disposition est d'obtenir une grande régularité dans la marche ; aussi ce moteur peut-il être adopté avec avantage lorsqu'il s'agit d'actionner des

machines pour lesquelles il est indispensable d'avoir une allure constante, *les machines dynamo-électriques* à lumière, par exemple. B. C. *s.*

**859. Suc** (A.), *Paris*, 50, *boulevard de la Villette.* — Appareil de levage avec avertisseur électrique pour le service des combustibles des moteurs de l'Exposition mû par le système Morin. B. C. *s.*

— **Taverdon** (A. L.), *Paris*, 56, *rue de l'Arbalète.* — Moteurs à grande vitesse fonctionnant par l'eau, la vapeur et l'air comprimé, actionnant des machines dynamo-électriques.

**861. Temple** (Félix du), *Cherbourg*, 2, *rue du Champ-de-Mars.* — Locomobile de 4 à 6 chevaux de force, du poids de 550 kilogrammes, de 54 centimètres carrés, 1m,40 de hauteur. B. C. *s.*

**862. Tuquet** (Jules), *Paris*, 19, *rue de Crimée.* — Deux machines à plisser accouplées à deux machines à piquer (système Tuquet) mues par les moteurs électriques Deprez, exposées par M. Guichard, ingénieur civil. N.

**863. Varrall, Elwell** et **Middleton**, *Paris*, 1, *avenue Trudaine.* — Machine à vapeur à grande vitesse avec régulateur pour machines dynamo-électriques. — Machine à vapeur sans condensation, à détente variable à la main et par régulateur. N.

## GROUPE VI.

### BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE.

—

### CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC., ETC.

**864. Anselme** (André), *Bône* (*Algérie*). — Plan d'un appareil télégraphique. — description dudit appareil. P. M.

**865. Armengaud aîné** (Charles-Eugène), *Paris*, 45, *rue Saint-Sébastien.* — Manuel des applications de l'électricité à l'éclairage électrique. S. 11.

**866. Armengaud** jeune (Jules), *Paris*, 23, *boulevard de Strasbourg.* — Brochures relatives à l'électricité : téléphonie, photophonie. — Installations et exploitations des lignes téléphoniques. — Etude analitique des brevets d'invention concernant l'électricité. S. 20.

**867. Arthuis** (Dr A.), *Paris*, 11, *rue Mogador.* — Trois dessins représentant les principales applications de l'électricité statique au traitement des maladies. — Un livre : Traitement des maladies nerveuses, des affections rhumatismales et des maladies chroniques, par l'électricité statique. — Une brochure : L'électricité statique et l'hystérie. S. 20.

**868. Association française pour l'avancement des sciences**, *Paris*, 76, *rue de Rennes.* — 8 vol. S. 20.

**869. Baillière** (J.B. et fils), *Paris*, 19, *rue Hautefeuille*, 15 volumes divers sur l'électricité par MM. Gordon, De la Rive, Duchenne (de Boulogne), Tripier, Cyon, Remak Scoutetten, etc. S. 20.

**870. Baudry** (J.), *Paris* ; 15, *rue des Saints-Pères.* — *A. Niaudet.* Traité élémentaire de la pile électrique. — Téléphones et phonographes. — Machines électriques à courants continus. Machines Gramme et congénères, avec 25 gravures. — *H. Fontaine.* Eclairage à l'électricité. Renseignements pratiques. — *Gloesener:* Traité général d'électricité. S. 20.

**872. Beau** (Nicolas), *Paris*, 68, *rue de Babylone.* — Plan en relief du réseau télégraphique de Paris. P. M.

**873. Bertrand** (Amédée (docteur). — *Paris*, 21, *faubourg Montmartre.* — La phthisie pulmonaire et les maladies chroniques de l'appareil respiratoire, considérées au point de vue de leur nature et de leur guérison. — Traitement physique par les courants électriques. Un vol. in-8°. S. 20.

**874.** ... (Joseph), *Aix en Pro-*

*vence.*— (Projets). Description sommaire avec figures. — Supression des piles dans les bureaux municipaux. — Impression mécanique de l'appareil Morse. — Système de transmissions multiples et simultanées par l'appareil Morse sur un même fil. P. M.

**875. Blondlot** (René), *Nancy*, 8, *quai Claude-le-Lorrain*, *et Paris*, 9, *rue de Tournon*. — Recherches expérimentales sur la polarisation voltaïque. S. 20.

**876. Borel** (Jean Irénée-Louis), *Paris*, 6, *avenue Carnot*. — Étude du télégraphe Hughes, cours théorique et pratique, 1 vol. in-12 (texte). — Atlas de l'étude du télégraphe Hughes, 1 vol. in-12, XXVII planches, 207 figures. P. M.

**877. Breguet** (Antoine), *Paris*, 4, *rue Perrault*. — La machine de Gramme. — Conférence sur les courants et les aimants. — Conférence sur l'énergie électrique. — Théorie de la machine Gramme. S. 20.

**878. Breguet**, *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Manuel de télégraphie électrique (plusieurs éditions). S. 20.

**879. Brisse** (Charles), *Paris*, 22, *rue Denfert-Rochereau*. — Journal de physique théorique et appliquée, fondé par J. Ch. d'Almeida. S. 20.

**880. Calandre** Jean-Pierre), *Vincennes*, 3, *rue Daumesnil*. — Dessin d'un moteur à air comprimé par l'explosion de la poudre enflammée, au moyen de l'étincelle électrique. S. 22.

**881. Casalonga**. *Paris*, 15, *rue des Halles*. — La Chronique industrie. — Technologique hebdomadaire illustrée (4e année). S. 20.

**882. Dubos** (Ch.), *Paris*, 41, *avenue de La Motte-Piquet*. — Brevets, lettres et plans objets de ses inventions rétrospectives. B. C, *o*.

**883. Ducrot** *Paris*, 54, *rue des Saints-Pères*. — *Blavier:* Nouveau traité de télégraphie électrique *Boussac:* Précis de télégraphie électrique et des connaissances mathématiques, physiques et chimiques indispensables pour la télégraphie. — *Du Moncel:* Exposé des applications de l'électricité. — *Garnault:* Leçons élémentaires d'électricité par Snow-Haris de la Société royale de Londres, annotées et traduites par M. Garnault. — *Miège:* Guide pratique de télégraphie électrique. — *Ternant:* Manuel pratique de télégraphie sous-marine. 3 brochures par *Ternant*. (A. L), directeur de l'Eastern telegraph. Le *Siphon enregistreur*, ou syphon recorder de sir W. Thomson, pour l'échange des signaux électriques par les longs câbles sous-marins. 1 brochure in-8 avec figures et planches. *Réparation des câbles sous-marins*. Une brochure in-8 avec figures et planches. Epreuves électriques pratiques des *câbles sous-marins*. Une brochure in 8, avec figures. S. 20.

**884. Dunod** (Pierre-Charles), *Paris* 49, *quai des Augustins*. — Annales télégraphiques, années 1858 à 1865, 1874 à 1881. — *Blavier:* Grandeurs électriques. — *Bontemps:* systèmes télégraphiques. — *Boutan et d'Almeida:* Physique. — *Moutier:* Traité de physique. — *Reynaud:* Mémoire sur les phares. S. 20.

**885. L'Electricien**. *Paris*, 25, *avenue de l'Opéra*. — *L'Électricien*, revue générale d'électricité. — Publication bi-mensuelle. — *Comité de rédaction :* MM. E. Mercadier, C.-M. Gabriel, A. Niaudet, Dr de Cyon, Gaston Tissandier. — *Secrétaire de la rédaction:* : M.-E. Hospitalier. — *Rédaction :* 25, avenue de l'Opéra — *Administration :* P. Masson, 1[illegible] boulevard Saint-Germain, *Paris*. [illegible] Collection du journal. S. 20.

**886. Estienne**, *Paris*, 132, *boulevard de Vaugirard*. — Etude sur les transmissions télégraphiques. — Création de l'unité dans les mots; le papier compteur appliqué à leur numération, signal spécial scindant les dépêches en séries de cinq unités. P. M.

**887. Firmin-Didot** et Cie, *Paris*, 56, *rue Jacob*. — *Becquerel* (Edm.), La lumière, ses causes et ses effets. — *Becquerel* père, Traité d'électricité

et de magnétisme. — Des forces physico-chimiques. — Traite de physique dans ses rapports avec la chimie et les sciences naturelles. — Eléments d'électro-chimie. — *Becquerel* père et E. *Becquerel*. Traité d'électricité et de magnétisme. — Résumé de l'histoire de l'électricité et du magnétisme. S. 20.

**888. Fontaine** (Hippolyte), *Paris*, 15, *rue Drouot*. — L'éclairage à l'électricité, renseignements pratiques, deuxième édition. S. 20.

**889. Germer Baillière** et **C^ie^**, *Paris*, 108, *boulevard Saint-Germain*. — Livres scientifiques traitant d'électricité. Collection de la *Revue scientifique de la France et de l'étranger*. S. 20.

**890. Gerspach** (Ed.), *Paris*, 3, *rue de Valois*. Histoire administrative du télégraphe aérien en France. — 1 vol. Paris, 1861. S. 20.

**891. Hachette** et **C^ie^**, *Paris*, 79. *boulevard Saint-Germain*. — Livres et publications scientifiques. S. 20.

**892. Hospitalier** (E.), *Paris*, 23, *rue d'Arcole*. — Les principales applications de l'électricité. S. 20.

**893. Houzeau** (Louis-François), *Paris*, 11, *rue Rousselet*. — Guide pratique de télégraphie. — Emploi de l'appareil Morse. — Service de l'appareil à cadran. — Recherche des dérangements. 4^e^ édition 1880, augmentée d'un appendice sur les piles et d'un supplément sur le nouveau modèle des récepteurs Morse. S. 20.

**894. Ikelmer** (Alfred), *Paris*, 47, *rue des Francs-Bourgeois*. — Globes terrestres de toutes dimensions avec indication du réseau des câbles sous-marins français et étrangers. S. 20.

**895. Jacquez** (Ernest), *Paris*, 26, *rue Bertrand*. — Dictionnaire allemand-français et français-allemand de technologie électrique. S. 20.

**896. Jobert** (Claude-Alphonse), *Paris*, 10, *rue des Croisades*. — Tableaux, représentant l'un, un indicateur des tremblements de terre, et des perturbations magnétiques (cet appareil est installé au Chili); l'autre, une pile thermo-solaire. S. 22.

**898. Journal** : « **La Lumière électrique** », *Paris*, 51, *rue Vivienne*. — « La Lumière électrique » journal universel d'électricité paraissant deux fois par semaine, les mercredi et samedi. — Directeur scientifique, M. du Moncel. S. 20.

**899. La Revue scientifique de la France et de l'étranger.** — MM. Antoine Breguet et Charles Richet, directeurs. — Collection du journal. S. 20.

**900. Lartigue**, *Paris*, 60, *rue de la Tour*. — Dessins d'appareils appliqués à l'exploitation des chemins de fer. S. 14.

**902. Leguay** (E.), *Paris*, 79 et 81 *rue de la Tombe-Issoire*. — Etudes et dessins de machines, d'appareils et d'instruments concernant l'électricité. Catalogues gravés ou autographiés d'appareils électriques, télégraphie, etc. Brevets d'invention, dessins et gravures pour publications scientifiques. S. 20.

**904. Le Tual** (Albert), *Paris*, 23 *bis*, *avenue de La Motte-Piquet*. — Une étude du télégraphe automatique Wheatstone en 2 volumes. 1° texte (1 vol. in-8°). 2° atlas de 48 planches. P. M.

**905. Liepmann**, *Paris*, 16, *rue du Croissant*. — Collection du journal « l'Electricité », années 1876-78-79-80-81. S. 20.

**906. Marcillac** (Paul-Antoine-Marie), *Paris*, 19, *passage Bosquet*. — « Lettres sur l'électricité », par l'abbé Nollet. 2 vol. P. M.

**907. Masson** (G.), *Paris*, 120, *boulevard Saint-Germain*. — *L'Electricien*, revue générale d'Electricité. — *La Nature*, revue des sciences, divers ouvrages sur l'électricité. S. 20.

**908. Mercadier** (E.), *Paris*, 65, *rue de Bourgogne*. — Leçons sur les piles et les courants électriques. Notions élémentaires de télégraphie optique. Traité élémentaire de télégraphie électrique. S. 20.

**909. Ministère de la Marine et des Colonies.** *Paris*. — Mémoires sur l'Electricité Trèves. N.

**910. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** (Bu-

reau central météorologique), *Paris*, 60, *rue de Grenelle*. — Bulletin international du Bureau central météorologique de France, 6 vol. in-4°. — Cartes des communes et des ports qui reçoivent les dépêches du bureau central météorologique de France. — Carte des stations dont les observations sont envoyées chaque jour par le télégraphe au bureau central météorologique de France. S. 20.

**911. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.** (Observatoire du Puy-de-Dome). — M. Alluard. Directeur, Clermont-Ferrand. — Plan d'ensemble de l'Observatoire du Puy-de-Dôme avec courbes de niveau. — Vue d'ensemble avec paratonnerres dont les conducteurs ne plongent que dans une couche de terre toujours humide. — Plan du rez-de-chaussée de la maison d'habitation. — Coupe verticale du Pavillon de la météorologie. S. 20.

**912. Ministère des Postes et des Télégraphes**, *Paris*, 101, *rue de Grenelle*. — Cartes du réseau français. — Plans et documents divers. — Livres français concernant la télégraphie. P. M.

**913. Ministère des Travaux publics**, service central des phares. *Paris*, 43, *avenue du Trocadéro*. — *Mémoire sur les phares électriques*, comprenant le programme de l'éclairage électrique des côtes de France, complété par des signaux sonores à vapeur, par M. E. Allard inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service central des phares et balises, publié par ordre de M. le ministre des travaux publics. In-4°, avec planches. Imprimerie Nationale, 1881. S. 20.

**914. Montagu** (Auguste), *Paris*, 107, *rue de l'Université*. — *Aimantation universelle*. Appareil électro-magnétique des planètes. Force directrice de l'aiguille aimantée. Synthèse générale des phénomènes biologiques. — Un vol. grand in-8°. P. M.

**915. Niaudet**, *Paris*, 6, *rue de Seine*. — Traité de la pile électrique. Le même traduit en anglais et en allemand. Téléphones et phonographes. Machines magnéto-électriques. S. 20.

**916. Pelletier** (A.-L.), *Paris*, 75, *rue de Rome*. — La pose et l'entretien des sonneries électriques mises à la portée de tout le monde ou Manuel descriptif de tous les appareils constitutifs de la sonnerie électrique, accompagné de nombreuses gravures sur bois intercalées dans le texte et reproduisant tous les appareils et les croquis de poses les plus en usage par A.-L. Pelletier et Taupin d'Auge. S. 15.

**917. Planté** (Gaston), *Paris*, 56, *rue des Tournelles*. — Recherches sur l'électricité, Paris, Fourneau, 1879. S. 20.

**918. Poyet** (Louis), *Paris*, 5, *rue de Provence*. — Cadre contenant des épreuves de gravures sur bois représentant divers appareils électriques et industriels. S. 22.

**919. Rothschild** (J.), *Paris*, 13, *rue des Saints-Pères*. — Découvertes et inventions dans les sciences et dans l'industrie, par Henri de Parville : 18 années ; tome 18$^{e}$, avec 253 vignettes, 5 fr. — Le Télégraphe terrestre sous-marin et pneumatique par Paul Laurencin. Un volume avec 150 gravures. 3 fr. 50. S. 20.

**920. Rousseau** (Rodolphe), *Paris*, 229, *rue Saint-Honoré*. — Traité théorique et pratique de la correspondance par lettres, missives et télégrammes et des rapports particuliers avec les administrations des postes et des télégraphes (1 v. in-8°). S. 20.

**921. Sautter** (L.), **Lemonnier et C$^{ie}$**, *Paris*, 26, *avenue de Suffren*. — Notes diverses sur les emplois de la lumière électrique à l'éclairage industriel et aux usages militaires. Album de photographies. — Ouvrage de M. L. Sautter sur les phares lenticulaires. S. 20.

**922. Sébert** (H.) Lt-Colonel d'artillerie, *Paris*, 17, *boulevard de Courcelles*. — Mémoires scientifiques et militaires, 1 vol. Nouveaux appareils balistiques, 1 vol. in-8° avec atlas. N.

**923. Senlecq**, *Ardres* (*Pas-de-Calais*) 3 brochures in-8 et 3 exemplaires

du "Scientific American" (in-8), le tout avec plans d'appareils, traitant du "Télectroscope", appareil destiné à transmettre télégraphiquement au moyen du sélénium les images d'une chambre noire. (Inventé par l'auteur dès le commencement de 1877.) S. 20.

**924**. **Seure** Dr (Jules), *Saint-Germain-en-Laye*. — Recherches sur les propriétés électriques du collodion simple desséché, suivies de réflexions sur la nature de l'électricité statique. S. 20.

**925**. **Société française de physique**, *Paris*, *44*, *rue de Rennes*. — Bulletin des Séances de la Société. (1875-1881.) 8 vol. in-8. S. 20.

**926**. **Société de Statistique** de Paris.—(Loua (Toussaint) délégué), *Paris*, 110, *rue de l'Université*. — Un tableau de cartes et diagrammes relatifs à la statistique du mouvement télégraphique depuis 1851. S. 20.

**927**. **Société générale d'électricité** (procédés Jablochkoff), *Paris*, 61, *avenue de Villiers*. — Plans d'installations. N.

**928**. **Société générale pour la fabrication de la dynamite** (L. Roux, administrateur-directeur général), *Paris*, 17, *rue d'Aumale*. — Notice sur l'électricité. Ouvrages sur la dynamite traitant des applications de l'électricité. S. 11.

**929**. **Taille** (de la), *Orléans*. — Dessins d'ouvrages en fer T pour lignes télégraphiques. Plans d'une guérite d'arrêt et de raccordement pour 96 fils aériens et 49 souterrains. Potelets avec semelle en fer T pour 42 fils. P. M.

**930**. **Terquem** (Em.), *Paris*, 15, *boulevard Saint-Martin*. — Ouvrages techniques américains sur l'électricité. Bibliothèque tournante et autres objets d'utilité pratique aux bibliothécaires et bibliophiles. S. 20.

**931**. **Thiers** (Rodolphe), *Paris*, 91, *rue des Feuillantines*. — Mémoire manuscrit sur le système Lacassagne et Thiers, appliqué à l'éclairage électrique des vastes espaces et sur la divisibilité des courants électriques provenant d'un générateur unique. S. 20.

**932**. **Viard** (Jules), instituteur, *Roches-sur-Marne*. — Mémoire sur l'électricité. Détermination de la nature de l'électricité et sa définition. Théorie de la formation des orages. Explication de la foudre. Identité absolue de l'électricité et du magnétisme prouvée par les phénomènes de la boussole. — Preuve de l'identité absolue entre l'électricité et le magnétisme. — Explications des phénomènes observés dans la boussole. S. 20.

## CLASSE 16.

### COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**933**. **Breguet** (Antoine), *Paris*, 4, *rue Perrault*. — Autographes d'Arago, de Faraday, de Melloni, d'Ampère. S. 18.

**934**. **Breguet** *Paris*, 39, *quai de l'Horloge*. — Appareil primitif pour la répétition des signaux de disques de chemins de fer. Ancien compteur à eau à indications magnétiques. Télégraphe imprimeur d'Arlincourt (1er modèle.) Cinq télégraphes anciens à une, deux et trois aiguilles. Première bobine d'induction de MM. Breguet et Masson, dite bobine Ruhmkorff. Première bougie électrique de M. Jablochkoff. S. 18.

**935**. **Collège de France**, *Galerie de physique*. — Table d'Ampère pour la vérification des lois élémentaires de l'électro-dynamique. Machine électro-magnétique de Pixii, construite en 1832 (premier modèle). Diapason électrique employé par Regnault pour les expériences relatives à la vitesse du son. Couple thermo-électrique de Regnault, expériences sur la détermination des températures par les courants thermo-électriques). S. 18.

**936**. **Compagnie des Chemins de Paris à Lyon et à la Méditerranée**, *Paris*, 88, *rue Saint-Lazare*. — Etudes sur les appareils télégraphiques imprimant. Poteaux métalliques. Applications des tubes

Geissler à l'éclairage des signaux fixes. Application de la bobine de Ruhmkorff à l'allumage des becs de gaz dans les campaniles. N.

**937. Dumoulin-Froment**, — *Paris*, 85, *rue Notre-Dame-des-Champs*. — Collection rétrospective de l'Electromoteur construit par G. Froment, de 1844 à 1848. (Voir l'exposition du ministère de l'Agriculture et du Commerce). S. 18.

**938 Duneau** (E.), *Paris*, 49, *avenue Marceau*. — Un portrait de physicien du XVII<sup>e</sup> siècle avec la légende : *Lumen hinc agam solo sale Æ LV. MDCXXVI.* S. 20.

**939. Gramme** (Zénobe), *Paris*, 63, *rue Oberkampf*. — Machine magnéto-électrique Gramme, modèle présenté à l'Académie des sciences en juillet 1871. Régulateur de lumière électrique système Gramme. S. 18.

**940. Ministère de l'Agriculture et du Commerce** (Conservatoire national des Arts et Métiers), *Paris*, 292, *rue Saint-Martin*. — Pile à sulfate de cuivre, A.-C. Becquerel, 1829 (forme de tube en U). — Pile à sulfate de cuivre de Becquerel. — Pile à potasse de Becquerel. — Pile thermo-électrique à sulfure de cuivre de M. Ed. Becquerel. — Pile thermo-électrique à alliage de cadmium de M. Ed. Becquerel. — Grand couple secondaire de M. Gaston Planté, 1860. — Boussole des sinus, de Pouillet, construite par M. Brunner. — Boussole des tangentes de Pouillet, construite par M. Brunner. — Actinomètre électro-chimique de M. Ed. Becquerel, 1841 (appareil original). — Rhéostat à colonne liquide de M. Ed. Becquerel. — Balance électro-magnétique de M. Ed. Becquerel, construite par M. Bianchi. — Thermomètre électrique de Becquerel. — Pyromètre thermo-électrique de M. Ed. Becquerel. — Collection d'électro-moteurs de M. G. Froment. — Appareil pour le dégagement de l'électricité par pression, A.-C. Becquerel, (1823, appareil original). — Formation électro-chimique des substances minérales cristallisées. Appareil simple, A.-C. Becquerel, 1828. — Appareil électro-capillaire. Tube avec fissure, A.-C. Becquerel, 1866. Appareil de M. Ed. Becquerel avec électro-aimant pour le magnétisme de l'oxygène. — Tubes de M. Ed. Becquerel avec corps phosphorescents éclairés par les décharges électriques. S. 20.

**941. Ministère de la Marine et des Colonies**, *Paris*. — Modèles de Torpilles et de signal horaire du Commandant Trèves. N.

**942. Ministère des Postes et des Télégraphes**, *Paris*, 101, *rue de Grenelle*. — Appareils divers. S. 18.

**943 Société française de Physique** *Paris*, 44, *rue de Rennes*. — Deux mémoires manuscrits d'Ampère sur l'électrodynamique (2 cahiers in-4°). S. 18.

**943** *bis*. **Tripier** (Dr A.), *Paris*, 4, *rue de Hanovre*. — Pile de Ciniselli. S. 18.

# ALLEMAGNE (EMPIRE D')

NOTA. — Lorsqu'aucune indication de place n'est portée à la suite de la mention des objets exposés, c'est que ces objets se trouvent au rez-de-chaussée de la nef principale du Palais.

## GROUPE I

### PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

#### CLASSE 1.

ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

**944. Königlisch Sächsisches Polytechnikum**, *Dresden*. — Petite machine statique de Toepler, pour laboratoires. — Modèles de machines analogues dont un de machine à double effet.

**945. Toepler** (Dr A.), professor am Königlichen Polytechnikum, à *Dresden*. — Machines statiques à 60 et à 20 disques dont une à potentiel plus élevé et à amorçage automatique (M. Leuner, constructeur).

**946. Voss** (J. Robert), Mechaniker, *Berlin N. O.* — Machines statiques à disques tournants et à amorçage automatique, d'après R. Voss. Machine statique de Holtz à disque tournant.

**947. Wilk** (August), Mechaniker, *Darmstadt*. — Machine statique puissante à amorçage automatique à manivelle ou à pédale.

#### CLASSE 2.

PILES ET ACCESSOIRES.

**948. Direction der Thüringischen Eisenbahn Gesellschaft**, *Erfurt*. — Divers couples électriques Daniell, Bunsen, Meidinger, Leclanché.

**949. Dœrffel** (Paul), Hof-Optiker und Mechaniker, *Berlin N. W.* — Divers modèles de piles thermo-électriques (système Noë), réchauds à l'esprit-de-vin, ou à bec Bunsen.

**950. Gerzabeck, Zeller et Cie**, Fabrik galvanischer, *Kohlen, Sont hofen im Allgäu in Bayern*. — Plaques de charbon de différentes grandeurs; prismes pour couples électriques Bunsen et Leclanché; cylindres de charbon de différentes grandeurs.

**951. Keiser & Schmidt**, Telegraphenbau-Anstalt und Fabrik physikalischer Apparate, *Berlin*. *Représentant à Paris, M. J. Hackenbroch*, 30, *boulevard du Temple*. — Piles; couples électriques; plaques et cylindres de charbon artificiel et naturel.

**952. Königliche Akademie Physikalisches Kabinet** Professor Dr Hittorf. *Münster, Westphalien*. — Pile électrique de 200 couples, pour l'étude des décharges électriques dans les gaz raréfiés, construite par M. le Dr Hittorf.

**953. Lessing** (Albert), Dr, Fabrikbesitzer, *Nürnberg*. — Charbon en plaques, prismes et cylindres pour piles, couple électriques, spécialement de charbon zinc et de charbon-manganèse-zinc.

**954. Meidinger** (Dr H), Professor, Karlsruhe in *Baden*. — Couple électrique Meidinger. — Pile composée de 21 couples, applicable à l'électricité médicale.

**955. Reichs-Postamt**, *Berlin*. — Pile électrique (type de l'administration allemande).

**956. Siemens et Halske**, *Berlin*.— Pile Siemens, à diaphragme en pâte de papier.

#### CLASSE 3.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

**957. Bodien** (Carl), Mechanikergehülfe, *Hambourg*. — Machine dynamo-électrique à manivelle.

**958. Greb W. et C^ie^**, Fabrikanten elektrischer Apparate, *Frankfurt a/Main*. — Machine-Gramme à courant continu, pour éclairage, modèle moyen.

**959. Gurlt** (W.), Telegraphabenbau-Anstalt, *Berlin* S. W. — Magnéto-inducteurs à aimants horizontaux et verticaux.

**960. Heilmann-Ducommun et Steinlen** (ateliers Ducommun) Maschinenfabrikanten, *Mülhausen, Elsass*. — Machines dynamo-électriques Gramme; types d'atelier.
B. C. s.

**961. Horn** (Wilhelm), Fabrikant. *Berlin S.* — Machine dynamo-électrique.

**962. Naglo** (Gebrüder), Fabrikanten, *Berlin S. O.* — Machine dynamo-électrique.

**963. Siemens et Halske**, *Berlin*.
Machines magnéto-électriques et dynamo-électriques à courant continu et à courants alternatifs, destinées à l'usage des laboratoires scientifiques et des industries, à l'éclairage électrique, à la transmission de force à distance (traction électrique), à l'électrochimie (métallurgie, galvanoplastie), à la télégraphie, au service des signaux de chemins de fer. B. C. s.

## GROUPE II

### TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 4.

CABLES, FILS ET ACCESSOIRES. PARATONNERRES.

**964. Felten et Guilleaume Carlswerk**, *Mülheim a/Rhein;* représentants *à Paris*, J. Jacquot et Cassou, 30, *rue des Bourdonnais*. — Fils de fer et d'acier galvanisés et non galvanisés pour télégraphes et téléphones; — câbles souterrains et sous-marins; — fils isolés employés pour l'installation des postes télégraphiques, — câbles pour torpilles; câbles à immerger pour mines sous-marines, — cordes à paratonnerre et accessoires.

**965. Reichs-Postamt**, *Berlin*. — Modèle de jonction des fils télégraphiques aériens aux fils souterrains. — Isolateurs et accessoires. — Appareil à éprouver la solidité des fils télégraphiques. — Paratonnerres destinés à être attachés aux poteaux. — Échantillons de fils de fer et de leurs jonctions.

**966. Siemens et Halske**, *Berlin*.
Matériel pour la construction de lignes télégraphiques aériennes, souterraines et sous-marines; isolateurs, fils isolés au moyen de gutta-percha et de caoutchouc; câbles; câbles téléphoniques aériens et accessoires; paratonnerres sans induction nuisible; outils.

— **Weber, D^r^. L. Privat docentan der Universität Kiel**. — Collection de pointes de paratonnerres et autres objets frappés par la foudre. Province de Schleswig-Holstein.

## GROUPE III

### ÉLECTROMÉTRIE

—

### CLASSE 5.

APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

**967. Erdmagnetisches Observatorium und physikalisches Institut der Universität**, *Göttingen*. — Boussole des tangentes, construite par le D^r^ Meyerstein, à fil enroulé autour d'un ellipsoïde de révolution.

**968. Gurlt** (W). Telegraphenbau-Anstalt, *Berlin* S. W. — Pont de Wheatstone.

**969. Keiser & Schmidt**, Telegraphenbau-Anstalt und Fabrik galvanischer Apparate, *Berlin. Représentant à Paris, M. J. Hackenbroch*, 30, *boulevard du Temple*. — Galvanomètre pour éprouver les paratonnerres. — Galvanomètre des tangentes. — Pont de Wheatstone.

**970. Kohlrausch**, Professor D^r^ F., et mechanische Werkstatt von **Eugen Hartmann**, *Würzburg*. — Lunette pour observer les déviations sur une échelle de verre. — Galvanomètre à miroir. — Appareil d'induction. — Pont de Wheatstone-Kirshhoff en forme de cylindre avec téléphone et vases à fluides pour déterminer la résistance des élec-

trolytes. — Magnétomètre à suspension bifilaire.

**971. Königlich-Sächsisches Polytechnikum**, *Dresden*. — Electromètre des sinus à oscillations amorties. — Magnétomètre à oscillations amorties, employé dans les cours publics.

**972. Naglo Gebrüder**, Fabrikanten, *Berlin* S. O. — Galvanomètre pouvant fonctionner comme galvanomètre des sinus, et comme galvanomètre différentiel.

**973. Physikalisches Kabinet der technischen Hochschule**, *Berlin*. — Appareil pour mesurer la résistance des liquides, d'après A. Paalzow.

**974. Reichs-Postamt**, *Berlin*. — Voiture munie d'appareils servant à mesurer l'état électrique des câbles télégraphiques. — Disposition d'un poste muni des mêmes appareils pour le même usage. (Types de l'administration allemande).

**975. Siemens** et **Halske**, *Berlin*.

Boussoles des sinus et des tangentes; galvanomètres astatiques, apériodiques, différentiels; électro-dynamomètres servant, au mesurage de courants exceptionnellement faibles (courants téléphoniques), ainsi que de courants très forts (courants produits par les machines dynamo-électriques); étalons de l'unité Siemens. Etalons de résistances gradués en unités Siemens; ponts de Wheatstone; condensateurs; appareil thermo-électrique pour le mesurage des températures; chronographe enregistrant par l'étincelle électrique; photomètre à sélénium.

**976. Wiedemann** (**Dr Gustav**), Professor an der Universität, *Leipzig*. — Galvanomètre à miroir (système Wiedemann, 1853).

## GROUPE IV

APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**977. Cuypers** (Wilhelm), Fabrik feinster Knochenöle, *Pieschen bei Dresden*. — Huile et encre bleue pour les appareils télégraphiques.

**978. Direction der Altona-Kieler Eisenbahn-Gesellschaft**, *Altona*. — Appareil électro-sémaphorique pour les gares de chemins de fer (système de MM. Tellkampf et Walter).

**979. Gurlt** (W.), *Berlin*. — Appareil Morse. — Appareils écrivant à grande vitesse et à grande distance, de Jaite. — Commutateur automatique. — Appareil à cadran de Kramer. — Avertisseur d'incendie, etc.

**980. Kaiserliche General-Direction der Eisenbahnen in Elsass-Lothringen**, *Strasburg i/ Elsass*. — Commutateur à pied desservant deux lignes télégraphiques par le même appareil Morse, construit dans les ateliers Siemens et Halske. — Signal à déclanchement électrique. — Divers appareils électriques applicables au service des chemins de fer. — Appareils construits dans les ateliers de la Direction.

**981. Keiser et Schmidt**, *Berlin. N. Johannisstrasse*, 20. — Appareils télégraphiques pour l'usage domestique.

**982. Königliche Eisenbahn-Direction**, *Berlin*. — Compteur mécanique des blocages enlevés à cause des devancements de trains. Modèle d'un système de communication entre les voyageurs d'un train et le mécanicien-conducteur; construction d'après M. Zwez.

**983. Königliche Eisenbahn-Direction**, *Elberfeld*. — Appareil de block-system à liaison automatique avec les signaux optiques (construit dans les ateliers de la direction).

**984. Königliche Eisenbahn-Direction**, *Frankfurt a/Main* (*Sachsenhausen*). — Appareils Morse modifiés en vue de leur application au block-system. — Disposition pour assurer la dépendance des manœuvres des signaux optiques et des aiguilles (système Lobbecke). — Appareils à signaux électro-acoustiques contrôlant automatiquement l'entrée des trains dans les gares.

**985. Königliche Eisenbahn-Direction**, *Hannover*. — Appareil pour contrôler la manœuvre des aiguill[es]

de garage des chemins de fer (construit dans les ateliers Siemens et Halske).

**986. Milchsack** (D.) **et C**ᵉ, Papierfabrikanten, *Bergisch-Gladbach bei Köln a/ Rh.*—Échantillons de bandes de papier pour appareils télégraphiques.

**987. Naglo, Gebrüder**, Fabrikanten, *Berlin S. O.* — Installation complète d'un télégraphe avertisseur d'incendie. — Appareils télégraphiques (types de l'administration des postes allemandes et des administrations des chemins de fer d'État de Prusse).

**988. Reichs-Postamt**, *Berlin*. — Modèles d'appareils télégraphiques employés dans les postes télégraphiques allemands. — Poste à courant continu. — Transmission Duplex (système Fuchs, etc.).

**989. Siemens** et **Halske**, *Berlin*.
Appareils du système Morse et de systèmes analogues pour lignes aériennes, sous-marines, souterraines; manipulateurs ordinaires et automatiques; récepteurs; relais, galvanoscopes; accessoires. Appareils imprimeurs Hughes et autres pour applications spéciales. Appareils à cadran magnéto-électriques. Appareils de sécurité pour les chemins de fer : sonneries, inducteurs magnéto-électriques ; mécanismes pour la transmission de signaux de secours; manipulateurs et récepteurs automatiques; accessoires. Appareils de block-system appliqués aux sémaphores, réglant la circulation des trains entre les stations et aux sémaphores d'entrée des gares. Appareils à déclanchement électrique.

**990. Wittwer**, *Regensburg* **& Wetzer**, *Pfronten*. — Sonnerie pour l'appel respectif des stations d'un même circuit.

## CLASSE 7.

### TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

**991. Kaiserliche General-Direction der Eisenbahnen in Elsass-Lothringen**, *Strasburg i/ Elsass*.— Commutateur pour postes téléphoniques, construit dans les ateliers de l'exposant d'après MM. Hieronymi Haas.

**992. Königlich-Sächsisches Polytechnikum**, *Dresden*. — Appareils d'appel à diapasons (système Toepler).

**993. Naglo, Gebrüder**, Fabrikanten, *Berlin S. O.* — Téléphones à faisceau magnétique et trompettes d'appel.

**994. Reichs-Postamt**, *Berlin*. — Indicateur combiné avec un commutateur à l'usage des bureaux téléphoniques centraux. Téléphones et accessoires à l'usage des postes extrêmes et des postes intermédiaires.

**995. Siemens** et **Halske**, *Berlin*.
Téléphones système Bell, construction Siemens. Installation d'un bureau central reliant plusieurs stations d'un réseau téléphonique. Appareils avertisseurs magnéto-électriques. Téléphones électro-dynamiques.

## CLASSE 8.

### LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

**996. Greb** (W.) et **C**ᵉ, Fabrikanten elektrischer Apparate, *Frankfurt a/ Main*. — Deux foyers électriques intercalés dans le même circuit, donnant des flammes puissantes par un courant continu assez faible.

**997. Heilmann, Ducommun** et **Steinlen** (ateliers Ducommun). Maschinen fabrikanten, *Mülhausen i/ Elsass*. — Quatre foyers électriques contribuant à l'éclairage général.

**998. Horn** (Wilhem), Fabrikant, *Berlin S.* — Lampe électrique (système Horn).

**999. Kaiserliche General-Direction der Eisenbahnen in Elsass-Lothringen**, *Strasburg i/ Elsass*.— Lampe électrique à lumière d'intensité variable (construite dans les ateliers de la Direction).

**1000. Keiser et Schmidt**. Telegraphenbau-Anstalt und Fabrik physikalischer Apparate, *Berlin N. Représentant à Paris, M. J. Hackenbroch, 30, boulevard du Temple*. — Lampe électrique (système Pulcher).

**1001. Lessing** (Albrecht) **D**ʳ, Fabrikbesitzer, *Nürnberg*. — Bougies de charbon pour lampes électriques.

**1002. Naglo, Gebrüder**, Fabrikanten, *Berlin S. O.* — Lampes électriques à réflecteur (système Naglo).

**1003. Physikalisches Kabinet der technischen Hochschule**, *Berlin.* — Appareil pour examiner et étudier la lumière électrique (système A. Paalzow et W. Vogel).

**1004. Schöne, G. Hugo Sohn**, Klempner und Dampfmetalldrückerei, *Dresden.* — Divers réflecteurs paraboliques et un prisme pour les foyers électriques.

**1005. Siemens et Halske**, *Berlin.* Éclairage électrique à foyer unique et à lumière divisée, à courant continu et à courants alternatifs; machines magnéto-électriques et dynamo-électriques, système de Hefner-Alteneck. Machine dynamo-électrique à armature Siemens, modèle 1880. Régulateurs pendulum; lampes différentielles; projecteurs; accessoires.

## CLASSE 9.

### MOTEURS ÉLECTRIQUES, TRANSPORT DES FORCES.

**1006. Heilmann, Ducommun et Steinlen** (ateliers Ducommun), Maschinenfabrikanten, *Mülhausen i Elsass.* — Transmission de force, servant à mettre en mouvement 10 machines-outils constituant un petit atelier pour travaux de précision. B. C. s.

**1007. Siemens et Halske**, *Berlin.* Applications de la transmission électrique de la force à distance; marteau électrique; perceuse électrique; wagon du chemin de fer électrique de Lichterfelde.

## CLASSE 10.

### ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

**1008. Dörffel** (Paul), Hof-Optiker und Mechaniker, *Berlin N. W.* — Électro-aimant de M. le professeur Hirschberg pour retirer des yeux les petits éclats de fer.

**1009. Gauernack et Reinboth**, Mechaniker; Specielgeschäft elektromedicinischer Apparate, *Dresden.* — Piles à courant constant et appareils d'induction, à l'usage de l'électrothérapie.

**1010. Instrumenten und Bandagen Cabinet der Königlichen Universität**, *Berlin.* — Explorateur électrique.

**1011. Keiser et Schmidt**, Telegraphenbau-Anstalt und Fabrik physikalischer Apparate, *Berlin N. Représentant à Paris, M. J. Hackenbroch, 30, boulevard du Temple.* — Appareils d'induction et appareil complet d'électro-thérapie avec interrupteur automatique.

**1012. Königlich-Sächsisches Polytechnikum**, *Dresden.* — Appareil d'induction à lames vibrantes pour l'électro-physiologie (système Toepler).

**1013. Michael** (D^r^ med. J.), Praktischer Arzt, *Hamburg.* — Psychrophos, appareil d'éclairage pour médecins et dentistes, basé sur la phosphorescence produite par l'électricité inductive.

**1014. Physiologisches Institut der Königlichen Universität Berlin**, Professor D^r^ E. du Bois-Reymond, *Berlin.* — Appareils construits par MM. Plath, Schmidt et Hänsch, Pfeil, Krüger, Baltzar et Schmidt, d'après du Bois Reymond, A. Christiani et H. Kronecker.

**1015. Physiologisches Institut der Universität Rostock**, Professor D^r^ Herrmann Aubert, *Rostock.* —Commutateur de pile d'après L. Matthiesen. Electrodes impolarisables pour l'examen de l'électrotonus d'après Aubert. — Système d'attache pour conducteurs assurant un contact parfait (appareils construits par M. Westien).

**1016. Stöhrer D^r^ et Sohn**, Mechaniker, *Leipzig.* — Appareils électro-médicaux, d'induction, à courant constant et de galvano-caustique.

## CLASSE 11.

### ÉLECTRO-CHIMIE.

**1017. Königliche Akademie zu Münster, Physikalisches Kabinet.** Professor D^r^ Wilhelm Hittorf, *Münster (Westphalen).*—Divers appareils pour l'électrolyse construits par Hittorff.

**1018. Minister der öffentlichen Arbeiten**, *Berlin*, Königlich Preussisches und Herzoglich-Braunschweigisches **Communion Hüttenamt**, *Ocker*. — Collection des matériaux bruts et des matériaux employés dans l'atelier électrolytique de Ocker.

**1019. Norddeutsche Affinerie, Actiengesellschaft**, *Hamburg*. — Produits de l'industrie électrolytique. Spécimen de cuivre, d'or et d'argent à l'état de pureté chimique. Plaques laminées et fil étiré de cuivre électrolytique sans soudure. Produits accessoires.

L'atelier électrolytique des usines de la Société "*Norddeusche Affinerie*", à Hambourg, est établi depuis 1875.

On y retire, par la voie de l'électrolyse des cuivres bruts contenant de l'argent et de l'or, du cuivre d'une pureté presque absolue en séparant en même temps la teneur totale en métal précieux.

La production annuelle s'élève à 550 tonnes de cuivre. Le courant électrique est fourni par six machines Gramme. On obtient de plus, par un procédé électrolytique nouveau, de l'or fin d'un titre de 1000 0/00 (en 1880 Ks 1200) qu'on retire de l'or allié à toute sorte d'autres métaux.

**020. Siemens et Halske**, *Berlin*. — Machines dynamo-électriques destinées aux procédés chimiques, à la galvanoplastie et à la métallurgie.

## CLASSE 12.

### INSTRUMENT DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANTS BOUSSOLES, HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1021. Raphael** (Max), Glimmerwarenfabrikant, *Breslau*. — Roses des vents peintes sur mica pour boussoles à liquides. Plaques de mica pour roses transparentes de boussoles.

**1022. Siemens et Halske**, *Berlin*. — Horloge électrique.

## CLASSE 13.

### APPAREILS DIVERS.

**1023. Eisenmann** (Raphael), Spritfabricant de 3/6 (esprit) extra fin, *Berlin. O.* — Modèle d'un appareil à purifier les alcools à l'aide de l'oxygène à l'état actif; échantillons d'alcools purifiés par ce procédé.

**1024. Erdmagnetisches Observatorium und Physikalisches Institut der Universität**, *Göttingen*. — Observatoire magnétique transportable, construit par le Dr Meyerstein.

**1025. Geissler**, Dr H. Nachfolger: Franz Müller. Institut für chemische und physikalische Apparate, *Bonn a/ Rhein*. — Collection de tubes électriques; tubes Geissler; tubes Crookes pour expériences sur l'état radiant. Machine pneumatique à mercure (système Geissler).

**1026. Heinemann** (A.), *Bremerhaven*. — Modèle et dessin d'un appareil électrique pour mesurer les profondeurs de la mer.

**1027. Kaiserliches Torpedo-technisches Laboratorium**, *Kiel*. — Télémètre électrique construit par Siemens et Halske en 1870.

**1028. Keiser et Schmidt**, Telegraphenbau-Anstalt und Fabrik physikalischer Apparate, *Berlin. Représentant à Paris, M. J. Hackenbroch, 30, boulevard du Temple*. — Appareil fournissant des étincelles avec interrupteur à mercure. Appareil donnant les spectres d'étincelles. Télégraphes domestiques.

**1029. Klinkerfuss**, Dr W. Professor und Director der Sternwarte, *Göttingen*. — Allumeur galvano-hydrostatique des becs de gaz. — Météorographe.

**1030. Königliche Akademie zu Münster, physikalisches Kabinet.** Professor Dr Wilhelm Hittorff, *Münster in Westphalen*. — Tubes de verre pour étudier les qualités de la lumière de l'électrode négative.

**1031. Königliche Eisenbahn-Direction**, *Elberfeld*. — Contrôleur de la vitesse d'un train, à contact spécial (système Wiesenthal et Cie).

**1032. Königliche Eisenbahn-Direction**, *Hannover*. — Appareil d'épreuve ayant servi en 1877 à Gun-

tershausen, à des essais de freins continus.

**1033. Königlich-Sächsiches Polytechnikum**, *Dresden*. — Appareil enregistrant automatiquement les variations passagères et élastiques qui se produisent dans les dimensions des corps solides, construit par Lenner d'après le professeur Dr Frankel.

**1034. Mathematisch - physikalisches Institut der Universität zu Marburg**, Professor Dr Franz Melde, *Marburg*. — Appareil électro-acoustique pour démontrer l'existence simultanée de deux ondes indépendantes, d'après Melde. Electro-monochord de Melde.

**1035. Minister dér öffentlichen Arbeiten**, *Berlin*. — Appareils télégraphiques disposés pour le service des mines ; leur emploi. Lampe de sûreté Mugeler. Boussoles de mines. Indicateur électrique des niveaux d'eau. Machine électro-dynamique pour faire sauter des rochers, etc.

**1036. Müller** (Carl Heinvich Florenz) Fabrik electrischer Glasinstrumente, *Hamburg*. — Collection de tubes électriques. Collection des appareils Crookes.

**1037. Raphael** (Max), Glimmerwaaren fabrikant, *Breslau*. — Objets de mica pour diverses industries électriques.

**1038. Reichs-Postamt**, *Berlin*. — *Zeitball* à détachement électrique construit par MM. Bamberg.

**1039. René C.**, Consul, Pianofortefabrikant, *Stettin*. — Tables d'harmonie de bois préparé à l'aide de l'oxygène ozoné; échantillons de bois naturel et préparé.

**1040. Siemens et Halske**, *Berlin*.— Télémètre magnéto-électrique. Indicateurs de niveau d'eau. Avertisseur à prévision pour la manœuvre du gouvernail à bord des vaisseaux; Machines pour la séparation des matières (minérales) magnétiques et diamagnétiques. Chronographes à étincelle.

**1041. Stöhrer Dr et Sohn**. Mechaniker, *Leipzig*. — Appareil de projection applicable dans les écoles primaires, et accessoires pour expériences électriques.

**1042. Tribout** (Joseph), *Metz*. — Charrue construite spécialement pour la pose d'un câble télégraphique en campagne.

**1043. Wiedemann** (Dr Gustav), Professor der Universität, *Leipzig*. — Appareils pour étudier les relations entre le magnétisme et la torsion. (1859-1860.)

## GROUPE V

### MÉCANIQUE GÉNÉRALE

—

### CLASSE 14.

GÉNÉRATEURS; MOTEURS A VAPEUR, A GAZ ET HYDRAULIQUES ET TRANSMISSIONS APPLICABLES AUX INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

**1044. Gasmotorenfabrik zu Deutz, Actien - Gesellschaft**, *Deutz bei Cöln a/m Rhein*.— Moteurs à gaz à un et à deux cylindres, d'une force effective de 8 à 50 chevaux. B. C. *s*.

**1045. Siemens et Halske**, *Berlin*.— Machine à vapeur rotative (système Dolgorouki), commandant directement une machine dynamo-électrique. B. C. s.

## GROUPE VI

### BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE

—

### CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC., ETC.

**1046. Barth** (Johann Ambrosius), Verlagsbuchhandlung, *Leipzig*. — « Poggendorff's Annalen nebst Beiblättern », 7 volumes : « Annalen der Physik », 3 vol. « Beiblätter I à IV » (1877 à 1880) (publiés par l'exposant). S. 20.

**1047. Bischkopf** (M.), Verlagsbuchhandlung, *Wiesbaden*. — Weidenbach : « Compendium der elektrischen Telegraphie » (publié par l'exposant).

**1048. Baensch** (Wilhelm), Verlagsbuchhandlung, *Berlin*. — 4 ouvrages de Ludewig intitulés : « Die electrische Messkunde »; « Der Reichs-

telegraphist »; « Der Bau von Telegraphenlinien » et « Das Telegraphenrecht » (publiés par l'exposant).

**1049. Clemens** (Dr Theodor), *Frankfurt-a/Main*. — Clemens : « Heilwirkungen der Electricität und deren erfolgreiche methodische Anwendung in verschiedenen Krankheiten ».

**1050. Costenoble** (Herm.), Verlagsbuchhandlung, *Iena*. — Ferrini : « Technologie der Electricität » (publié par l'exposant).

**1051. Direction des medicinisch-chirurgischen Friedrich-Wilhelm Instituts,** *Berlin*. — 4 ouvrages sur l'électricité, de M. Winkler, professeur à l'Université de Leipzig, de M. Kessler, médecin à Breslau, et d'autres savants allemands; publiés en 1633, 1744, 1745, 1746 et 1750.

**1052. Du Mont-Schauberg** (M.), Buchhandlung, *Köln*. — Schellen : « Die magnet und dynamo-electrischen Maschinen » (publié par l'exposant).

**053. Electro-technischer Verein,** *Berlin*. — Zeitschrift des Electrotechnischen Vereins. — 1880-1881. — 3 volumes. — Mémoire sur l'activité de la Société électro-technique.

**1054. Erdmagnetisches Observatorium und physikalisches Institut der Universität,** *Göttingen*. — Plusieurs ouvrages de Gauss, Weber, Schering et Bleck; photographies des instruments de l'Observatoire de Gauss et photographies des lignes télégraphiques construites par Gauss et Weber en 1833.

**1055. Fleischmann** (Emanuel), *Frankfurt-a/Main*. — Essai sur la nature, les effets et les causes de l'électricité, etc., de M. F. H. Winkler, professeur à l'Université de Leipzig. — Traduit de l'allemand, 1748.

**1056. Friedländer** (R.) **& Sohn,** Verlagsbuchhandlung, *Berlin*. — Christiani : « Electricität » (publié par l'exposant).

**1057. General-Direction der Grossherzoglich - Badischen Staats Eisenbahnen,** *Karlsruhe in Baden*. — Collection de dessins intitulée : « Telegraph; — Sammlung von Constructionen aus dem Gebiete des Telegraphen-und Signalwesens der Eisenbahnen », 1872-1881.

**1058. Häpke** (Dr L.), ordentlicher Lehrer an der Realschule, *Bremen*. — Häpke : « Physiographie der Gewitter ».

**1059. Hirschwald** (August), Verlagsbuchhandlung, *Berlin*. — 4 ouvrages traitant de l'électricité, 5 volumes (publiés par l'exposant).

**1060. Kastner** (Frédéric), *rue de la Nuée-Bleue*, 2, *à Strasbourg (Alsace)*. — Théorie des vibrations et considérations sur l'électricité (analyse de l'électricité). Description du pyrophone et du lustre chantant électriques, instruments de musique de son invention. Photographies, brochures et morceaux de musique concernant ces instruments.

**1061. Kern's** (J. U.), Verlag (Max Müller), *Breslau*. — Canter : « Aufgaben aus dem Gebiete der Telegraphen-Technik » et « Der technische Telegraphendienst » (publié par l'exposant).

**1062. Kitzinger** (W.), Verlagsbuchhandlung, *Stuttgart*. — Fischer-Treuenfeld : « Kriegs-Telegraphie » et « Feuer-Telegraphie » (publiés par l'exposant).

**1063. Laupp** (H.), Buchhandlung, *Tübingen*. — Bruns : « Die Galvanokaustichen Apparate »; Zech : « Die Physik in der Electro-Therapie » (publiés par l'exposant).

**1064. Meidinger** (Dr H.), Professor, *Karlsruhe in Baden*. — Un volume intitulé : « Die magnet-elektrische Maschine ».

**1065. Meyer** (Carl Gustav Prior), Verlagsbuchhandlung, *Hannover*. — Merling : « Telegraphen-Technik » (publié par l'exposant).

**1066. Minister der offentlichen Arbeiten,** *Berlin*. — Un volume contenant : la description du réseau télégraphique dans les houillères de Sarrebrück.

**1067. Mittler** (E. S.) **& Sohn,** Königliche Hofbuchhandlung, *Berlin*. — Buchholtz : « Kriegs-Telegra-

phie « et « Feld-Telegraphie » (publiés par l'exposant).

**1068. Oldenbourg** (R.), Verlagsbuchhandlung, *München*. — 7 ouvrages et journaux traitant de l'électricité, etc., 24 volumes (publiés par l'exposant).

**1069. Peiser** (Wolf.), Verlag, *Berlin*. — Rother : « Der telegraphenbau » (publié par l'exposant).

**1070. Physiologisches Institut der Königlichen Universität zu Berlin.** Professor Dr E. du Bois-Reymond, *Berlin*. — 3 ouvrages de E. Du Bois-Reymond intitulés : « Untersuchungenüber thierische Elektricität », — « Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel-und Nervenphysik », — et « Dr. Carl Sachs' Untersuchungen am Zitteraal Gymnotus electricus, nach seinem Fode bearbeitet von Emil du Bois-Reymond. Mit zwei Abhandlungen von Gustav Fritseh ». — Ouvrage de A. Christiani : « Ueber irreciproke Leitung elektrischer Ströme ».

**1071. Reichs-Postamt,** *Berlin*. — « Zeitschrift des Deutsch-Oesterreichischen Telegraphen-Vereins, redigirt von Dr Ph. Brix », volumes I-XVI. « Beschreibung der in der Reichs, telegraphen-Verwaltung gebräuchlichen Apparate », « Die Geschichte und Entwickelung des elektrischen Fernsprechwesens ». — Une carte représentant l'augmentation des postes télégraphiques de 1872 jusqu'aujourd'hui; un plan représentant graphiquement le mouvement des télégrammes, etc.

**1072. Schmidt** (Carl Gustav), Postsecretair, *Chemnitz*. — Description et dessins des appareils pour la traduction des signaux télégraphiques en écriture ordinaire, etc.

**1073 Schmitt** Dr (Eduard) Professor an der technischen Hochschule, *Darmstadt*. — Un ouvrage intitulé : « Eisenbahnbau. — Das Signalwesen. »

**1074. Siemens** et **Halske**—*Berlin*. Publications. — Dessins. — Descriptions. — Plans. — Diagrammes.

**1075. Springer** (Julius), Verlagsbuchhandlung, *Berlin*. — 24 ouvrages et journaux traitant de l'électricité, etc.; 27 volumes (publiés par l'exposant).

**1076. Stöhrer Dr & Sohn** Mechaniker, *Leipzig*.— Photogrammes représentant deux cartes géographiques des zones du pôle boréal et du pôle austral avec le méridien magnétique : une carte des inclinaisons et une carte des déclinaisons.

**1077. Teubner** (B. G.), Verlagsbuchhandlung, *Leipzig*. — 2 ouvrages traitant de l'électricité, etc.; 2 volumes (publiés par l'exposant).

**1078. Vieweg** (Friedrich) **Sohn**, Verlagsbuchhandlung, *Braunschweig*. — 4 ouvrages traitant de l'électricité, etc.; 6 volumes (publiés par l'exposant).

**1079. Voigt** (Bernhard Friedrich), Verlagsbuchhandlung, *Weimar*. — Deux ouvrages traitant de l'électricité, etc.; 3 volumes (publiés par l'exposant).

**1080. Weber** (J.-J.), Verlagsbuchhandlung, *Leipzig*.—Galle : « Katechismus der elektrischen Telegraphie » (publié par l'exposant).

**— Weber. Dr L. Privatdocent an der Universität,** *Kiel*. — Plusieurs brochures contenant : divers traités intitulés (Berichte, etc.).

**1081. Winkelmann & Söhne**, Verlagsbuchhandlung, *Berlin*. — Roloff : « Der Electromagnetismus » (publié par l'exposant).

## CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1082. Dellmann** (J.), Oberingenieur. *Osnabrück*. — Electromètre pour mesurer l'électricité atmosphérique, F. Dellmann et employé en 1851-1870 (voir : „Programm des Gymnasiums in Kreuznach, 1882 ", Poggendous Annalen " tome 55, pag. 306, tome 86 années 1852, pag 524, etc.

**1083. Direction der Thüringschen Eisenbahn-Gesellschaft,** *Erfurt*. — Dessin de la première construction des sonneries électri-

ques pour le service des chemins de fer, inventé en 1846 par Leonhardt. — Plusieurs appareils télégraphiques employés au service des chemins de fer; inventés en 1845, 1846, 1847, 1849, etc., par Leonhardt et par Rier.

**1084. Erdmagnetisches Observatorium und physikalisches Institut der Universität**, *Göttingen*.— Electro-dynamomètre, inventé par Weber en 1846 et employé pour démontrer la loi fondamentale électrodynamique.

**1085. Königlich-Sächsisches Polytechnikum,** *Dresden*. — Plusieurs anciens appareils à cadran. —Fardely, 1843; Stöhrer, 1846; von Pelchrezim, 1848; transmetteur de signaux acoustiques; sonneries diverses; horloge électrique. — Stöhrer; le premier appareil écrivant à l'encre John, etc.

**1086. Kohlrausch** (Dr Friedrich), Professor an der Universität, *Würzburg*. — Balance de torsion électrique; condensateur; électromètre des sinus. — Instruments originaux employés par Rudolph Kohlrausch.

**1087. Mathematisch-Physikalisches Institut der Universität zu Marburg**, Professor Dr Franz Melde, *Marburg*. — Electro-aimant d'une force attractive remarquable, inventé en 1851 par Romershausen.

**1088. Minister der öffentlichen Arbeiten,** *Berlin*. — Trois boussoles de mines, construites en 1541, au commencement du dix-huitième siècle et de nos jours.

**1089. Physikalisches Kabinet der Grossherzoglich-Badischen Polytechnischen Schule**, Professor Dr L. Sohnke, *Karlsruhe i/ Baden*. —Bobines de résistance, Eisenlohr.

**1090. Reichs-Postamt,** *Berlin*. — Modèle de la première machine électrique de Otto von Guericke. — Un œuf électrique construit au commencement du dix-huitième siècle (cet appareil appartient au prince de Pless). — Copies exactes des appareils télégraphiques les plus anciens de Sömmering, Gauss et Weber, Steinheil. — Collection des appareils à cadran les plus ancie Leonhardt, Siemens, Kramer. - pareil à double style de Stöh de Siemens avec accessoire Premier télégraphe imprime Siemens. — Collection des app Morse à style et écrivant à l'( — Appareil à cadran et ma électrique de Siemens. — metteurs rapides à l'aide de b de papier perforés et à l'ai types arrangés en règles métall —Appareils écrivants polaris Manipulateur à transmission écrivant à boîte (Dosenschriftg — Collection des relais ordi et polarisés. — Appareil de tr tion de Jaite pour le service av appareils Hughes. — Collecti manipulateurs, galvanoscopes vanomètres, paratonnerres et mutateurs. — Appareil ma électrique, dynamo-électrique duction. — Couples électriqu La première machine pour les fils télégraphiques d'une c homogène de gutta-percha, con par Siemens. —Collection des teurs à cloche et accessoires, Copie du téléphone Reis.

**1091. Senats-Commissio Reichs-und auswärtige legenheiten**, *Bremen*. — graphe à aiguille; — modèl télégraphe à aiguille; — an en porcelaine; — vases électr — échantillon du fil de fer en à la construction des premières télégraphiques en 1846.

**1092. Siemens** et **Halske,** — Premier modèle (1846) d pareil à cadran électro-magn système Siemens. — Premie dèle (1856) de l'appareil à magnéto-électrique, système Si (Armature Siemens). — Pr exécution de la presse à vis truite en 1847 pour la fabricat fils isolés par une enveloppe drique de gutta-percha san ture; échantillons de fils isol duits par ladite presse.

Première exécution de la m dynamo-électrique (armatur mens) de 1866. Premier mod la machine dynamo-électri

armature cylindrique de 1872. Première exécution de la locomotive électrique basée sur le principe de la transmission électrique des forces à distance.

Première exécution d'une lampe à courant dérivé (1873) exposée à Vienne en 1873.

Loch électrique. — (Voir aussi l'exposition rétrospective de l'administration centrale des Postes de l'Empire d'Allemagne.

**1093. Wiedemann** (Dr Gustav), Professor an der Universität, *Leipzig*. — Appareils pour étudier l'endosmose électrique et l'électrolyse des solutions. — Galvanomètre à miroir pour étudier la conductibilité calorifique des métaux. — Inventions de l'exposant de 1852, 1856 et 1853.

# AMÉRIQUE DU NORD (ÉTATS-UNIS)

*Nota.* Lorsqu'aucune indication de place n'est portée à la suite de la mention des obj
exposés, c'est que ces objets se trouvent au rez-de-chaussée de la nef principale.

## GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

### CLASSE 1.

ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

**1094. Edison** (Thomas A.), *Menlo-Park.* — Bouteilles de Leyde et condensateurs dans lesquelles le vide a été fait. Appareils destinés à mettre en évidence la force éthérique. S. 23 et 24.

### CLASSE 2.

PILES ET ACCESSOIRES.

**1095. Edison** (Thomas A.) *Menlo-Park.* — Pile à craie. — Pile à gravité. S. 23 et 24.

**1096. Eldredge** (J. Morgan), *Philadelphie.* — Pile électrique.

**1097. Electro-Dynamic Company** (M. Wm W. Griscom, représentant), *Philadelphie*, 2009, *Pine street.* — Piles électriques.

**1098. Partz** (August), *Philadelphie*, et à *Paris*, 20, *avenue Victoria.* — Nouvelle pile électrique à un liquide. — Nouvelle pile électrique à deux liquides. — Nouvelle pile thermo-électrique. — Accumulateur voltaïque.

**1099. Schmanser** (Dr Théodore), *Allegheny City.* — Pile disposée en vue des applications médicales.

**1100. United States Signal Office**, *Washington. D. C.* — Piles électriques.

### CLASSE 3.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

—**Dion** (Charles) *Montréal (province de Québec, Canada).* — Deux nouvelles bobines, dont une est en forme de spirale régulière comme le filet d'une vis, et l'autre est en forme de spirale elliptique pouvant s'adapter à toute armature mobile, ou noyau plus ou moins aplati.

**1101. Edison** (Thomas A.), *Menlo-Park.* — Machine dynamo-él
que et machine à vapeur éta
sur le même bâtis. — Ma
dynamo-électrique reposant su
principe nouveau. — Petite ma
dynamo-électrique. B.

**1102. Hirsh** (Joseph M.), *Chi*
— Machine dynamo-électrique.

**1103. Kellogg** (Milo G.), *Chi*
220, *Kinzie street.* — Machine
moélectrique.

**1104. Standard Electric Ligh**
*New-York*, 211, *Centre street*
Générateur d'électricité.

**1105. United States Ele**
**Lighting Company**, *New-*
120, *Broadway.* — Machines
gnéto électriques.

**1106. Weston Electric Ligh**
*Newark.* — Machines dynamo
triques.

**1107. White House Mills**, *Ho*
*N.-Y.*—Machine dynamo-électr
disque radial d'Arago.

## GROUPE II

TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICIT

### CLASSE 4.

CABLES, FILS ET ACCESSOIRES,
PARATONNERRES.

**1108. Dodson** (Wilson P.), *Phil*
*phie*, **et Ege** (Alexandre H.),
*chanicsburg, Penn.* — Petit m
démontrant la pose aérienne de
télégraphiques et la pose so
raine des autres conducteurs.

**1109. Edison** (Thomas A.), *M*
*Park.* — Spécimens de tuya
boites de service, employés da
système Edison. S. 23 e

**1110. Hirsh** (Joseph M.), *à Chi*
Fils et câbles sans induction.

**1111. Hoosac Tunnel Tri-N**
**glycerine Works** (North Ad
— Fusées et câbles isolés.

**1112. Partz** (August), *à Philadel*

et à Paris, 20, avenue Victoria. Projet d'un nouveau système de conducteurs souterrains.

1113. **Philips** (William J.), *à Philadelphie, 208, W. Washington Sq.* Câble souterrain.

## GROUPE III

### ÉLECTROMÉTRIE.

—

### CLASSE 5.

#### APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

1114. **Edison** (Thomas A.), *Menlo-Park.* — Appareils pour mesurer la résistance des lampes. Appareils pour mesurer l'énergie consommée dans les lampes. Rhéostat pour les courants forts. Thermo-galvanomètre. Rhéostat à charbon. Dynamomètre. Régulateur des courants (fluid-bridge). Photomètre. Webermètre. S. 23 et 24

## GROUPE IV

### APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

#### TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

1115. **Bailey** (J. F.) et **Puskas** (Théodore), *à Paris.* — Disques électriques combinés et block-system pour chemins de fer (système Sykes).

1116. **Bell** (Alexander Graham), *Washington*, **Tainter** (Summer), *Washington*, et **Williams** (Charles jeune), *Boston.* — Appareils télégraphiques.

1117. **Connolly bros** and **Mc Tighe**, *Washington.* — Bureau central téléphonique automatique.

1118. **Cumming** (George), *New-York, 505, East 19th. street.* — Manipulateur télégraphique à contact périphérique.

1119. **Edison** (Thomas A.) *à Menlo-Park N. J.* — Relais à charbon. Relais à motographe. Relais à pression. Relais à expansion. Système télégraphique imprimeur pour lignes particulières. Système télégraphique imprimeur pour la cote de la bourse. Système automatique autographique. Deux systèmes de télégraphie domestique. Système quadruplex de télégraphie. Deux systèmes de télégraphie duplex. Système de télégraphie chimique à lettres Morse. Système de télégraphie chimique à caractères romains. S. 23 et 24

1120. **Electro Graphic Manufacturing C°**, *à New-York, 2, Dutch street.* — Appareils pour la production et la transmission de l'électricité, appliqués à la télégraphie.

1121. **Gray** (Elisha), *à Highland-Park.* — Télégraphe électro-acoustique comprenant le système multiple ou harmonique; combinaison d'un Morse-téléphonique avec d'autres appareils pour la transmission électrique des sons musicaux et autres.

1122. **Philips** (William J.), *à Philadelphie, 208, W. Washington Sq.* — Télégraphes imprimeurs. Télégraphes de quartiers. Signal d'alarme. Appareil muni de ressorts de fenêtres et de portes.

1123. **Pond Indicator Company**, *New-York* et *Paris, 41, rue de la Victoire.* — Indicateur électrique visuel de Chester H. Pond et transmetteur électrique de J. U. Mackensie, pour signaux instantanés sur un seul fil et dans un circuit de mille stations ou plus, à l'usage des télégraphes, téléphones, signaux d'incendies, appels en cas de vols, indicateurs d'hôtels, etc.

1124. **Hubbard** (Charles W.), *à Boston.* — Indicateur électrique pour hôtels.

1124 bis. **Western Electric Manufacturing C°**, *Chicago* (Latimer Clark, Muirhead and C°, agents, *Londres*). — Appareils pour grands et petits bureaux centraux téléphoniques.

1125. **White House Mills,** *Hoosac. N. Y.* — Machine dynamo-électrique appliquée à la télégraphie.

### CLASSE 7

#### TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

1126. **Bell** (Alexander Graham) **Tainter** (Sumner), *Washington*, **Williams** (Charles jeune), *Boston.* — Appareils téléphoniques et radiophoniques.

1127. **Dolbear** (A. Emmerson), *à*

*Somerville.* — Système électro-téléphonique. Téléphone et parleur combinés. Application du téléphone aux relais et aux parleurs. Rotophone.

**1128**. **Edison** (Thomas A.) *à Menlo-Park.* — Téléphones. Système motographe. Système à combinaison. Système musical. Téléphonographe. Répétiteur téléphonique. Commutateur téléphonique. Microtasimètre. Odoroscope. S. 23 et 24.

**1129**. **Hirsh** (Joseph M.), *Chicago.*— Téléphone.

**1130**. **Serrell** (Edw. W. J[or]), *New-York (actuellement à Lyon).* — Perfectionnement du photophone.

CLASSE 8.

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

**1131**. **Ball** (Clinton M.), *Troy, New-York.* — Lampes électriques à incandescence et à arc voltaïque, régulateur électrique.

**1131**bis. **Chavet** (V[or]), *Paris.*—Charbons électriques et charbons de piles

**1132**. **Edison** (Thomas A.), *Menlo-Park.*—Lampes à incandescence; procédés de fabrication de ces lampes. Chandeliers à trois lampes, à deux lampes, à une lampe. Appliques articulées ou rigides pour lampes. Régulateurs de courant. Compteurs de la consommation de lumière. Spécimens de bambou et d'autres matières carbonisées, etc. S. 23 et 24.

**1133**. **Hirsh** (Joseph M.), *Chicago.* — Lampes électriques.

**1134**. **Kellogg**,(Milo C.), 220, *Kinzie street Chicago.* — Lampes à arc voltaïque.

**1135**. **Partz** (August), *Philadelphie et Paris*, 20, *avenue Victoria.* —Lampe électrique nouvelle Dessin d'une lampe électrique du système Werdermann à remplacement continu des charbons — Plan d'un nouveau mode d'éclairage des rues et des places publiques.

**1136**. **Standard Electric Light C°.** 211, *Centre street, New-York.*—Lampes à arc voltaïque.

**1137**. **United States Electric Lighting C°**, *New-York*, 120, *Broadway.* — Lampes électriques et appareils divers pour éclairage électrique.

**1137** *bis*. **Vander Weyde** (Henry), *New-York.* — Photographies produites par l'appareil spécial Vander-Weyde pour diffuser la lumière par la double réflexiou afin de la rendre propre aux opérations photograph.

**1138**. **Weston Electric Light C°**, *Newark N. J.*. — Lampes électriques; commutateurs; interrupteurs; chandeliers et autres appareils pour l'installation des foyers électriques.

**1139**. **White House Mills**, *Hoosac, New-York.* — Lampe à arc voltaïque (système Ball).

CLASSE 9.

MOTEURS ÉLECTRIQUES, TRANSPORT DES FORCES.

**1140**. **Edison** (Thomas A.), *Menlo-Park.*—Moteurs électriques, pompe, machine à coudre, éventail domestique. S. 23 et 24.

**1141**. **Electro-Dynamic C°**. 2009, *Philadelphie, Pine street.* — Moteurs électriques. C. R. Heap, agent.

**1142**. **Hirsh** (Joseph M.), *Chicago.*— Moteurs électriques.

**1143**. **Weston Electric Light C°**. *Newark.* — Moteurs électriques.

**1144**. **White House Mills**, *Hoosac. N.-Y.* — Appareils pour le transport des forces.

CLASSE 11.

ÉLECTRO-CHIMIE.

**1145**. **Hirsh** (Joseph M.), *Chicago.* — Gravure photo-électrique.

**1146**. **Edison** (Thomas A.), à *Menlo-Park.* — Régulateur Webermètre à miroir. Compteur de la consommation de l'électricité par les dépôts galvaniques. S. 23 et 24.

**1147**. **Photo-Relevo Company**, *New-York* et *Paris*, 33 *avenue de l'Opéra.* — Spécimens de photographie en relief et de bas-reliefs en bronze, argent et platine, obtenus par l'action de la lumière et de l'électricité.

CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANTS ET AIMANTS, BOUSSOLES, HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1148**. **Edison** (Thomas), à *Menlo-*

*Park* — Régulateur Webermètre à miroir. S. 23 et 24.

**1149**. **Partz** (August.) *Philadelphie.* — Nouvel appareil d'induction électrique.

**1150** **United States Signal Office**, à *Washington* D. C. — Appareils électriques actuellement en usage dans l'armée des Etats-Unis. Anémomètre et girouette avec un double enregistreur automatique de Gibbons et un dispositif de contacts extérieurs et intérieurs du système Eccard. Baromètre enregistrant automatiquement à distance (système Eccard). Anémoscope d'Eccard. Anémomètre enregistreur d'Eccard. Baromètre enregistreur de Gibbons. Raccords des câbles à lumière (système Swift).

CLASSE 13.

APPAREILS DIVERS.

**1151**. **Bonwill** (W. G. A.) *Philadelphie.* — Maillets électro-magnétiques pour remplir les dents, couper les marbres, etc.

**1152**. **Edison** (Thomas A.) *Menlo-Park.* — Plume électrique et presse pour faire des duplicata. Trieur magnétique. Allumeur de cigares. Sonnette à motographe. Motographe magnétique. S. 23 et 24.

**1153**. **Electric Purifier C°**, 17, *Moore street, New-York.* — Purificateur électrique de la recoupe.

**1154**. **Hasse** (Robert), *Indianapolis.* — Appareils allumeurs et extincteurs pour le gaz.

**1155**. **Partz** (August), *Philadelphie*, et 20, *avenue Victoria*, Paris. — Plan d'un appareil destiné à séparer l'or et l'argent des minerais par le moyen de l'électricité.

**1156**. **Serrel** (Edw. jeune) à *New-York* et à *Lyon.* — Machine électrique pour la filature automatique de la soie. Arrêt électrique automatique.

## GROUPE V

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

—

CLASSE 14.

GÉNÉRATEURS, MOTEURS A VAPEUR, A GAZ ET HYDRAULIQUES ET TRANSMISSIONS APPLICABLES AUX INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

**1157**. **Andrieu** (Pierre), 31, *rue de la Butte-Chaumont, Paris*, entrepreneur de la commission des Etats-Unis. — Locomobile.

**1158**. **Edison** (Thomas A.), *Menlo-Park.* — Machine à vapeur (système Armington), avec machine dynamo-électrique et chaudière (système Babcock-Wilcox). B. C. s.

**1159** **Mason Volney W. et C°**, *Providence, R. J.* — Modèle d'une griffe à friction pour actionner des machines électriques.

## GROUPE VI

BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE

—

CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC., ETC.

**1160**. **Edison** (Thomas A.), *Menlo-Park.* — Photographo-livres, cartes, patents, etc. S. 23 et 24.

**1161**. **Bureau des Brevets des Etats-Unis d'Amérique**, *Washington.* — Spécifications imprimées des brevets relatifs à l'électricité.

**1162**. **Michels** (John), *New-York.* — Science : publication mensuelle de revues scientifiques.

**1163**. **Smithsonian Institution**, *Washington D. C.* — Publications « Smithsonian » relatives à l'électricité.

CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1164**. **Edison** (Thomas A.), *Menlo-Park.* — Plusieurs appareils de démonstration relatifs aux méthodes servant à augmenter et diminuer la résistance d'un circuit fermé, par le contact à charbon. Ces appareils montrent les phases par lesquelles a passé le transmetteur téléphonique Edison. S. 23 et 24.

# AUTRICHE (EMPIRE D')

NOTA. — Toute l'exposition de l'empire d'Autriche se trouve au rez-de-chaussée dans la nef principale.

## GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

### CLASSE 1

ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

**1165.** Dr **Mach** (E.), professeur à l'Université de *Prague* (*Bohême*). — Appareils pour l'étude des décharges électriques. — Etudes sur les ondes produites par l'étincelle.

### CLASSE 2

PILES ET ACCESSOIRES

**1166. Administration du chemin de fer de l'Impératrice Elisabeth**, *Vienne* (*Autriche*). — Elément de pile d'une forme nouvelle.

**1166**bis **Administration du chemin de fer de Buschtehrad**, *à Prague* (*Bohême*). — Six éléments galvaniques.

**1167 Granfeld** (A.-E.), Commissaire des Télégraphes, *Vienne* (*Autriche*). — Piles portatives pour le service militaire. — Piles à courant constant et de longue durée.

**1168. Rebiceck** (Gustave), *Prague* (*Bohême*). — Piles thermo-électriques.

### CLASSE 3

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES

**1169. Gülcher** (R.-J.), ingénieur mécanicien, *Biala* (*Galicie*). — Machine dynamo-électrique.

**1170. Krammer** (Guillaume), employé du chemin de fer, *Klagenfurt* (*Carinthie*). — Appareil dynamo-électrique.

**1171. Piette** (Louis) et **Krizik** (François), ingénieurs, *Pilsen* (*Bohême*). — Machine dynamo-électrique.

## GROUPE II

TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ

### CLASSE 4

CABLES, FILS ET ACCESSOIRES; PARATONNERRES

**1172. Administration du chemin de fer de Buschtehrad**, *à Prague* (*Bohême*), — Paratonnerre.

**1172**bis. **Zenger** (K. W.), professeur à l'école polytechnique slave de *Prague* (*Bohême*). — Appareils pour démontrer l'effet des paratonnerres à conducteurs symétriques et à pointes ovoïdes.

## GROUPE III

ÉLECTROMÉTRIE

### CLASSE 6

TÉLÉGRAPHIE ET SIGNAUX.

**1173. Administration du chemin de fer de Buschtehrad**, *à Prague* (*Bohême*). — Appareil automatique pour donner des signaux.

## GROUPE IV

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

### CLASSE 6

TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**1173**bis. **Administration du chemin de fer de l'Impératrice Eli-**

(*Autriche*). — Appa-
e pour la produc-
lectriques au moyen
stème de relai pour
automatique de si-
iques à courant con-

**ation de la Société**
**J. R. P. des che-**
**l'Etat**, *Vienne* (*Au-*
AREILS ÉLECTRIQUES :
ige à niveau ; signal
le signal des garde-
ondance sur le fil
avertisseur de la
ns ; appareil d'enre-
mmunication entre
train et indicateur

**ration du chemin**
**nce Héritier Ro-**
(*Autriche*). — Plan
électrique complet
tection des convois
des gares.

A.-E.), Commissaire
, *Vienne* (*Autriche*).
iliaire pour la télé-
Hughes-Perfecter).

**I. R. du Commer-**
on des Télégraphes,
e). — Appareils de
mployés dans le ser-
ne.

**I. R. de la Guerre,**
élégraphes de l'Etat-
(*Autriche*). — Voi-
ne station télégra-
pagne. — Fourgon
riel et des outils
la construction des
iques de campagne.

Otto), ingénieur élec-
(*Autriche*). — Appa-
iques de plusieurs
correspondance or-
le. — Appareil mul-
. — Appareils pour
chemins de fer et
le de la marche des

l (Alfred-Albert), *Pa-*
*d de Magenta*. —
eté pour changement
électrique).

## CLASSE 7

### TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE.

1181. **Administration du chemin de fer de Lemberg à Czernowitz**, *Lemberg* (*Galicie*). — Stations téléphoniques.

1182. **Körner** (Charles), employé des Télégraphes, *Vienne* (*Autriche*). — Microphone et membrane chantante.

1183. **Dr Ochorowicz** (Julien), membre de l'Université, *Lemberg* (*Galicie*). — Téléphones avec microphones.

1184. **Schäffler** (Otto), ingénieur électricien, *Vienne* (*Autriche*). — Téléphones de systèmes divers avec les accessoires d'une station complète.

## CLASSE 8

### LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

1185. **Egger** (B.), ingénieur-électricien, *Vienne* (*Autriche*). — Régulateurs pour la production de la lumière électrique. — Lampes électriques.

1186. **Gülcher** (R.-J.), ingénieur-mécanicien, *Biala* (*Galicie*). — Grands régulateurs pour lumière électrique.

1187. **Piette** (Louis) et **Krizik** (François), ingénieurs, *Pilsen* (*Bohême*). — Lampes électriques.

## CLASSE 10

### ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

1188. **Silberling** (Henri), mécanicien, *Vienne* (*Autriche*). — Appareils d'induction de diverses grandeurs avec leurs piles galvaniques pour l'usage médical.

## CLASSE 12

### INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANTS ET AIMANTS, BOUSSOLES, HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

1189. **Cappilleri** (Sigismond), ingénieur, *Vienne* (*Autriche*). — Cosinosinomètre, instrument électromagnétique servant à la mesure des distances et aux nivellements.

1190. **Egger** (B.), ingénieur-électricien, *Vienne* (*Autriche*). — Horloges électriques.




**1191**. **Geba** (Joseph), horloger, *Laibach* (*Carniole*). — Horloge de contrôle électrique.

**1192**. Dr **Mach** (E.), professeur à l'Université de *Prague* (*Bohême*). Chronoscope électrique à diapason; contrôleur optique.

**1193**. **Schäffler** (Otto), ingénieur-électricien, *Vienne* (*Autriche*). — Appareils météorologiques enregistreurs. — Pendule électrique à secondes. — Horloges électriques secondaires.

**1194**. Dr von **Waltenhofen**, professeur à l'école polytechnique allemande, *Prague* (*Bohême*). — Deux balances électro-magnétiques pour essayer la trempe de l'acier et pour l'étude de la capacité magnétique des cylindres de fer doux, creux et pleins.

CLASSE 13

APPAREILS DIVERS.

**1195**. **Egger** (B.), ingénieur-électricien, *Vienne* (*Autriche*). — Avertisseurs d'incendie.

**1196**. **Geba** (Joseph), horloger, *Laibach* (*Carniole*). — Système de contacts électriques pour protection contre le vol.

**1197**. **Ministère I. R. de la Guerre.** *b.* Comité technique et administratif, *Vienne* (*Autriche*). — Appareils électriques pour faire sauter les mines; échantillons de boutefeu et d'autres appareils accessoires.

**1198**. Dr J. **Puluj**, membre de l'Université, *Vienne* (*Autriche*). — Lampe phosphorescente. — Radiomètre électrique à ailes phosph[...] centes. — Radiomètre électr[...] avec un disque phosphorescent[...] Radiomètre électrique avec [...] disques phosphorescents. — Ra[...] mètre électrique à ailes d[...] cylindriques. — Radiomètre [...] trique avec un cylindre tourna[...] verre. — Appareil électrique [...] reproduire la phosphorescence [...] la chaleur. — Appareil pour [...] voir que les décharges électri[...] dans le vide sont empêchées [...] l'électricité statique des parois[...]

**1199**. **Schäffler** (Otto), ingén[...] céletricien, *Vienne* (*Autriche*)[...] Avertisseurs d'incendie. — App[...] pour indiquer et enregistrer l[...] veau variable d'un liquide.

**1200**. Dr L. **Pfaundler**, profess[...] l'Université d'*Innsbruck* (*Tyrol*)[...] Appareils pour la déterminatio[...] la chaleur spécifique des liq[...] par le courant électrique.

## GROUPE VI

BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE

—

CLASSE 15

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUV[...] CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDU[...] ÉLECTRIQUES.

**1201**. **I. R. Ministère de la Gue[...]** *b.* Comité technique et admini[...] tif, *Vienne* (*Autriche*). — Colle[...] de mémoires et d'instructions [...] tro-techniques.

# BELGIQUE (ROYAUME DE)

NOTA — Lorsqu'aucune indication de place n'est portée à la suite de la mention des objets exposés, c'est que ces objets se trouvent au rez-de chaussée de la nef principale.

## GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ.

### CLASSE 1.

ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

**1202. Brand** (Joseph), ingénieur-opticien, à *Bruxelles*, 32, *rue de la Madeleine*. — Modèle de machine Carré, destiné à l'enseignement.

**1203. Closset** (Emile), constructeur, à *Bruxelles*, 4, *passage des Postes*. — Tableau diviseur de M. Melsens, membre de l'Académie royale des sciences.

### CLASSE 2.

PILES ET ACCESSOIRES.

**1204. Administration des Télégraphes de l'Etat.** M. Delarge (F.), ingénieur en chef, directeur, à *Bruxelles*, *gare du Nord*. Modèles des piles employés : pile Daniell, pile Leclanché, pile Dulaurier, pile Minotto.

**1205. Brand** (Joseph), ingénieur-opticien à *Bruxelles*, 32, *rue de la Madeleine*. — Modèle de pile, destiné à l'enseignement.

**1206. De Vos** (Mme Vve Charles), constructeur-mécanicien, à *Bruxelles*, 4, *rue des Croisades*. — Eléments de pile.

**1207. Giesbers** (Jean-Martin), ingénieur, à *Bruxelles*, 5, *rue de la Bonté*. — Pile économique.

**1208. Gloesener** (Mlle Antonia). Manufacture d'appareils électriques, à *Liège*, 70 *bis*, *avenue d'Avroy*. — Pile thermo-électrique, système Gloesener.

**1209. Mourlon** (Charles) **et Cie**, industriels, à *Bruxelles*, 61, *rue de Ruysbroeck*. — Fabrication spéciale de zincs pour piles Leclanché, Daniell, Meidinger, Bunsen, etc. Fabrication spéciale de charbon de cornue pour piles électriques de tous systèmes, etc.

**1210. Planche** (Edouard, fils), industriel, à *Bruxelles*, 100, *rue de Molenbeek*. — Cires pour piles.

**1211. Somzée** (Léon), ingénieur honoraire des Mines, à *Bruxelles*, 217, *rue Royale*. — Nouveau système de pile, d'un très petit volume, susceptible de produire pendant longtemps un courant intense.

### CLASSE 3.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

**1212. Compagnie générale belge de lumière électrique**, à *Bruxelles*, 9, *rue de Ligne*. — Machines dynamo-électriques, système Lucas, système Kremeneski. Machines dynamo-électriques, inventées et construites par M. Lachaussée de Liège.

**1213. Gloesener** (Mlle Antonia). Manufacture d'appareils électriques, à *Liège*, 70 *bis*, *avenue d'Avroy*. — Modèles de machines dynamo-électriques et magnéto-électriques, inventées par M. Gloesener.

**1214. Jaspar** (Joseph), constructeur-mécanicien à *Liège*, 12, *rue Jonfosse*. — Machines dynamo-électriques, système Gramme.

1246. **Closset** (Emile), ingénieur, à *Bruxelles, 4, passage des Postes.* — Thermomètre avertisseur d'incendie. Appareil avertisseur contre le vol.

1247. **Compagnie internationale des téléphones.** Ateliers de Bruxelles. M. Gotendorf, directeur, à *Bruxelles, 24, rue des Douze-Apôtres.* — Appareils Morse. Parleurs. Sonneries de divers systèmes. Commutateurs. Rhéostats de bureau.

1248. **Compagnie des télégraphistes de campagne.** M. Malevé, capitaine commandant du génie, à *Bruxelles,* — Voiture porte-câble. Brouette de transport. Camion porte-bobines. Appareils Buckholtz avec téléphones. Commutateur suisse. Eléments Leclanché. Boîte pour piles. Poste militaire. Joints pour câbles.

1249. **De Naeyer et Cie**, fabricants de papier, à *Willebroeck (Brabant).* — Bandes de papier pour appareils télégraphiques.

1250. **De Vos** (Mme Vve Charles), constructeur-mécanicien, à *Bruxelles, 4, rue des Croisades.* — Appareil Morse. Appareil Morse destiné à la télégraphie militaire. Relais translateurs. Parleur. Sonneries. Commutateurs. Avertisseur d'incendie. Boîtes de secours.

1251. **Dupont** (Charles), à *Bruxelles,* 67, rue Neuve. — Avertisseur d'incendie.

1252. **Gloesener** (Mlle Antonia). Manufature d'appareils électriques, à *Liège, 70 bis, avenue d'Avroy.* — Télégraphes de démonstration, à aiguilles, à cadran, à clavier, à lettres. Télégraphe sous-marin. Télégraphe à doubles molettes. Translateurs divers. Relais. Commutateurs. Sonneries. Avertisseurs. Manipulateurs.

1253. **Hauman-Devos** (Désiré), constructeur, à *Bruxelles, 61, rue du Nord.* — Avertisseur d'incendie, sonneries électriques, etc.

1254. **Leduc** (Frédéric), ingénieur des Mines, à *Bruxelles, 39, rue Gillon.* — Appareil signaleur permettant de donner un nombre indéterminé d'ndications, au moyen d'un seul fil de ligne, et d'une seule paire de bobines. Appareil signaleur modifié, avec mise au repos automatique. Manipulateur à clavier. Manipulateur automatique.

1255. **Loppens** (Aimé), horloger, à *Gosselies (Hainaut).* — Parafoudre pour lignes télégraphiques. Avertisseurs d'incendie construits en 1868. Sonneries d'alarme à déclenchement électrique.

1256. **Muller** (Evrard), fabricant d'appareils électriques, à *Bruxelles, 42, rue d'Arenberg.* — Appareil avertisseur d'incendie.

1257. **Olin et fils**, fabricants de papier, à *Bruxelles, 66, rue de l'Étuve.* — Bandes de papier pour appareils télégraphiques.

1258. **Planche** (Edouard, fils), à *Bruxelles, 100, rue de Molenbeek.* — Encres oléiques pour usages télégraphiques.

1259. **Raikem** (Eugène), constructeur, à *Bruxelles, 33, rue Frère-Orban.* - Sonneries électriques et appareils divers.

1260. **Richez et Cie**, mécaniciens, à *Bruxelles, 26, rue d'Argent.* — Appareil Morse. Commutateurs. Sonneries électriques, etc.

1261. **Vanderbiste** (Edmond), opticien, à *Bruxelles, 68, rue de la Montagne.* — Sonneries électriques.

1262. **Van Hulle** (Frédéric), ingénieur-constructeur, à *Bruxelles, 78, chaussée d'Anvers.* — Appareils télégraphiques. Sonneries électriques, etc.

1263. **Ville de Gand.**—Réseau télégraphique destiné au service d'incendie : tableau descriptif, carte de la ville avec indication du réseau et de l'emplacement des postes, appareils en usage.

1264. **Welsch** (Jacques-Alfred), commandant des pompiers, à *Gand, 5, rue du Bas-Escaut.*—Avertisseur automatique d'incendie, indiquant l'heure à laquelle a été donnée l'alarme au poste chargé d'amener les secours.

78, *chaussée d'Anvers.* — Paratonnerres.

**1232. Ville de Gand.** — Paratonnerres : système adopté pour les édifices publics.

**1233. Waelput** (O.), constructeur de paratonnerres, à *Gand*, 19, *rue des Rémouleurs.* — Paratonnerres.

## GROUPE III

### ÉLECTROMÉTRIE

—

### CLASSE 5.

APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

**1234. Administration des Télégraphes de l'Etat.** M. Delarge (F.), ingénieur en chef, directeur, à *Bruxelles, gare du Nord.* — Galvanomètres et rhéostats employés pour les essais des lignes et des piles.

**1235. Compagnie internationale des téléphones.** Ateliers de Bruxelles. M. Gotendorf, directeur, à *Bruxelles*, 24, *rue des Douze Apôtres.* — Rhéostats. Pont de Wheatstone, comprenant un galvanomètre, une clef d'inversion de courant et un manipulateur double. Galvanomètre des tangentes. Galvanomètre différentiel. Galvanomètre vertical.

**1236. De Vos** (Mme Vve Charles), constructeur-mécanicien, à *Bruxelles*, 4, *rue des Croisades.* — Galvanomètres divers.

**1237. Gloesener** (Mlle Antonia). Manufacture d'appareils électriques, à *Liège*, 70 *bis*, *avenue d'Avroy.* — Appareils de résistance, système Gloesener. Appareils d'expériences. Galvanomètres, etc.

**1238. Schubart** (Théodore), ingénieur-mécanicien, à *Gand*, 27, *rue du Marais.* — Electromètre de Kohlrausch. Condensateur de Kohlrausch. Balance de torsion. Electroscope à pile sèche. Boussole des sinus et des tangentes. Boussole de Weber. Galvanomètre vertical. Electro-dynamomètre de Weber.

## GROUPE IV

### APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

TÉLÉGRAPHIE. SIGNAUX.

**5239. Administration des Télégraphes de l'Etat.** M. Delarge, (F.), ingénieur en chef, directeur, à *Bruxelles, gare du Nord.* — Appareils imprimeurs Hughes installés en duplex. Récepteur Morse installé en duplex. Trois postes pourvus de récepteurs Morse, de divers systèmes et de l'appareil de rappel Daussin. Ces postes comprennent les appareils accessoires usités dans les bureaux télégraphiques belges : commutateurs, transpositeurs, sonneries pendantes, relais translateurs Siemens, parleur de communication directe, parleur récepteur, boussoles à sonnerie, etc. Appareil Hughes translateur, sonnerie à courants renversés. Parafoudre pour câble à sept fils. Poste télégraphique pour petits bureaux : table armoire et appareils.

**1240. Barteloûs** (Victor), à *Bruxelles*, 1, *rue du Persil.* — Commutateur susceptible d'être manœuvré à distance.

**1241. Brand** (Joseph), ingénieur-opticien, *à Bruxelles*, 32, *rue de la Madeleine.* — Modèle de télégraphe pour l'enseignement.

**1242. Brasseur** (Léon) **et De Jaer** (Octave), à *Bruxelles*, 28, *rue du Congrès.* — Appareils télégraphiques à transmission simultanée.

**1243. Castado** (G.), constructeur d'appareils électriques, à *Bruxelles*, 51, *rue de la Madeleine.* — Sonneries électriques et accessoires.

**1244. Cerpeaux** (J.), mécanicien-constructeur, à *Bruxelles*, 58, *boulevard du Nord.* — Nouveau signal électrique.

**1245. Charle** (Léopold), constructeur d'appareils électriques, à *Bruxelles*, 56, *rue d'Arenberg.* — Sonneries électriques et appareils divers.

**1286**. **Somzée** (Léon), ingénieur honoraire des Mines, à *Bruxelles*, 217, *rue Royale*. — Lampe électrique mixte, à incandescence et arc voltaïque.

CLASSE 9.

MOTEURS ÉLECTRIQUES; TRANSPORT DE FORCES.

**1287**. **De Geyter** (Georges), docteur en sciences, à *Mouscron*, 25, *rue de Menin*. — Moteur électrique à aimantation multipolaire, comportant une forme perfectionnée d'électro-aimants.

**1288**. **Gérard** (Antoine-Joseph), horloger, à *Liège*, 5, *place Saint-Lambert*. — Générateur électrique. Trois modèles de moteurs électriques.

**1289**. **Giesbers** (Jean-Martin), à *Bruxelles*, 5, *rue de la Bonté*. — Moteurs électriques.

**1290**. **Gloesener** (Mlle Antonia). Manufacture d'appareils électriques, à *Liège*, 70 *bis*, *avenue d'Avroy*. — Différents modèles d'appareils électro-moteurs et de machines de rotation imaginés par M. Gloesener de 1830 à 1847.

**1291**. **Muller** (Évrard), fabricant d'appareils électriques, à *Bruxelles*, 42, *rue d'Arenberg*. — Moteur électrique.

**1292**. **Vanderbiste** (Edmond), opticien, à *Bruxelles*, 68, *rue de la Montagne*. — Moteur électrique.

CLASSE 10.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

**1293**. **Gloesener** (Mlle Antonia), constructeur d'appareils électriques, à *Liège*, 70 *bis*, *avenue d'Avroy*. — Appareils électro-médicaux, système Gloesener.

CLASSE 11.

ÉLECTRO-CHIMIE.

**1294**. **Compagnie des Bronzes**. M. Fourcault (F.), directeur-gérant, à *Bruxelles*, 22, *rue d'Assaut*. — Vases, bustes, statuettes, torchères, appareils d'éclairage dorés, argentés, nickelés par voie électro-chimique.

**1295**. **De Wilde** (Prosper), professeur de chimie à l'Université de Bruxelles, 42, *rue Traversière*, à *Bruxelles*. — Appareil ozoniseur, à tubes concentriques emboîtés, produisant abondamment l'ozone par l'intervention de l'effluve électrique. Tube construit sur le même principe, servant à soumettre à l'effluve les gaz ou mélanges gazeux.

**1296**. **Dupont et Alker**, industriels, à *Haeren, près de Bruxelles*. — Objets et œuvres d'art obtenus par la galvanoplastie.

**1297**. **Evely** (L.-A.-P.-J.), à *Bruxelles*, 16, *rue Cantersteen*. — Cadre contenant des planches en cuivre obtenues par moulage galvanique; trois de ces planches sont recouvertes d'un dépôt de fer par voie électro-chimique.

**1298**. **Fondu** (J.-B.), à *Vilvorde*. — Meuble garni de pièces nickelées par la galvanoplastie.

**1299**. **Lecherf** (Gustave), fabricant de bronzes, à *Bruxelles*, 88, *rue Haute*. — Garnitures de portes nickelées par la galvanoplastie.

**1300**. **Maire** (Jules), fabricant de pièces d'horlogerie, à *Bruxelles*, 3, *place du Palais de Justice*. — Objets nickelés par la galvanoplastie.

**1301**. **Neujean** (Alexandre), ingénieur, **et Delaite** (Emile), industriel, à *Liège*, 52, *rue Hors-Château*. — Appareils et produits chimiques spéciaux pour la galvanoplastie, la dorure, le nickelage, etc. Produits divers obtenus par les procédés brevetés de M. A. Neujean.

**1302**. **Vandevelde** (Félix), fabricant de bronzes, à *Bruxelles*, 12, *place du Grand-Sablon*. — Flambeaux, encriers, etc., argentés par la galvanoplastie.

CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANTS ET AIMANTS, BOUSSOLES; HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1303**. **Administration des Télégraphes de l'Etat**. M. Delarge (F.

ingénieur en chef, directeur, à *Bruxelles, gare du Nord*. — Horloges électriques : système Bouckaert, système Thomas, système Gloesener. Régulateur portatif.

**1304. Brand** (Joseph), ingénieur-opticien, à *Bruxelles*, 32, *rue de la Madeleine*. — Boussole.

**1305. Dehennault-Bouillet** (Florent), fabricant d'instruments de précision, à *Fontaine-l'Évêque*, 8, *rue de Marchiennes*. — Boussole à suspension et à lunette centrale.

**1306. Delsaulx** (J.), professeur au collège de la Compagnie de Jésus, à *Louvain*. — Appareil de Babbage et Herschell, relatif à l'induction dans les masses. Appareil de M. Bertin pour la rotation électro-dynamique des liquides. Appareil réalisant l'induction magnéto-électrique, système à rotation rapide des aimants inducteurs.

**1307. Desguin** (Pierre), ingénieur, à *Bruxelles*, 32, *rue des Croisades*. — Horloges électriques Thomas.

**1308. Gérard** (Antoine-Joseph), horloger, à *Liège*, 5, *place Saint-Lambert*. — Pendule électrique.

**1309. Gloesener** (Mlle Antonia). Manufacture d'appareils électriques, à *Liège*, 70 *bis*, *avenue d'Avroy*. — Chronographe à cylindre tournant, à pendule, à barre tombante. Multiplicateurs. Enregistreurs unique, double, triple, quadruple. Distributeur du courant électrique. Appareil pour enregistrer automatiquement la déclinaison et l'inclinaison, ainsi que leurs variations diurnes. Électro-aimants et armatures aimantées à renversement alternatif du courant, système Gloesener. Boussoles électro-magnétiques, électro-dynamiques. Modèle de boussole marine à l'abri des influences métalliques des navires, système Gloesener. Régulateurs électriques. Commutateurs électriques. Horloges électriques et magnéto-électriques. Pendules électriques diverses, système Gloesener.

**1310. Le Boulengé** (Paul-Emile), lieutenant-colonel d'artillerie, à *Liège*, 27, *Thier de la Fontaine*. — Chronographe Le Boulengé, servant à mesurer la vitesse des projectiles, avec les accessoires nécessaires aux différents genres d'installations balistiques. — Clepsydre électrique, servant à mesurer la durée de la trajectoire des projectiles, la durée de combustion des fusées à temps, etc.

**1311. Loppens** (Aimé), horloger, à *Gosselies*. — Horloge destinée à faire tinter des sonneries électriques servant de réveille-matin.

**1312. Observatoire royal de Bruxelles**. M. Houzeau, directeur. — Météorographe et télémétéorographe de M. Van Rysselberghe. Projet de télémétéorographie internationale. — Le météorographe sert à graver sur — métal, au moyen d'un seul burin mû par un seul électro-aimant, les fluctuations de six éléments météorologiques, savoir : 1° la température de l'air; 2° l'humidité de l'air; 3° la quantité d'eau tombée sous forme de pluie ou de neige; 4° la direction du vent; 5° la pression barométrique et 6° la vitesse moyenne du vent. — Le télémétéorographe reproduit instantanément cette gravure à des distances qui peuvent atteindre plusieurs centaines de kilomètres. — Le projet de télémétéorographie internationale consisterait à relier les principaux instituts météorologiques de l'Europe, lesquels seraient en communication avec un certain nombre de postes, dont les observations s'enregistreraient simultanément dans chacun des instituts. On pourrait ainsi embrasser l'ensemble des mouvements de l'atmosphère sur la surface entière de l'Europe. Pendant la durée de l'Exposition, le Palais des Champs-Elysées est relié à l'Observatoire de Bruxelles, et le télémétéorographe enregistre à Paris les observations de la capitale de la Belgique.

**1313. Schubart** (Théodore), ingénieur-mécanicien, à *Gand*, 27, *rue du Marais*. — Météorographe de M. Van Rysselberghe. Boussole d'inclinaison. Appareil pour mesurer

l'induction terrestre. Appareil pour démontrer les actions réciproques des courants sur les courants et sur les aimants.

**1314. Université libre de Bruxelles.** M. Rousseau, professeur de physique. — Enregistreur électrique de M. Rousseau.

**1315. Van den Kerchove** (Prosper), constructeur, à *Gand*, 183, *Coupure*. — Application de l'électricité à un appareil servant à estimer des longueurs avec une grande précision, en mesures métriques ou en pieds anglais et fractions de pieds anglais.

**1316. Ville de Gand.** — Horloges électriques, tableau descriptif, carte de la Ville avec l'indication des circuits et l'emplacement des horloges, appareils anciens, appareils en usage. — Gand est la première ville qui ait établi un service public d'horloges électriques.

## CLASSE 13.

### APPAREILS DIVERS.

**1317. Bordiau** (G.), architecte, à *Bruxelles*, 68, *rue Joseph II*. — Thermomètre transmettant l'indication de la température d'un point à un autre, construit par M. Closset, ingénieur, à Bruxelles.

**1318. Brasseur** (Léon), **et De Jaer** (Octave), à *Bruxelles*, 28, *rue du Congrès*. — Bouée éclairante. Avertisseur d'incendie. Avertisseur de grisou.

**1319. Compagnie générale belge de lumière électrique**, à *Bruxelles*, 9, *rue de Ligne*. — Appareils divers servant à l'éclairage électrique ou à la transmission de l'électricité: avertisseur d'intensité; avertisseur d'extinction; commutateur automatique à distance; galvanomètre à sonnerie, régulateur d'intensité; four électrique.

**1320. Courtois** (Richard), constructeur, à *Liége*, 45, *rue Monulphe*. — Collection d'allumeurs électriques.

**1321. Donny** (F.), professeur à l'Université de Gand, *rue Neuve-Saint-Pierre*, à *Gand*. — Appareil pour rechercher le cuivre dans le pain. Disposition pour rechercher le sons métalliques dans les cas poisonnement. Thermomètre gulateur électrique à déverse

**1322. Geesbergen** (Jean), con teur-mécanicien, à *Bruxelles*, 6 *de Bodeghem*. — Serrure élec se manœuvrant à distance.

**1323. Gérard** (Antoine-Joseph) loger, à *Liége*, 5, *place Saint bert*. — Plumes électriques.

**1324. Gloesener** (Mlle Antonia nufacture d'appareils électriq *Liége*, 70 *bis*, *avenue d'Avr* Appareils électriques divers, sy Gloesener. Pan-électro-magnét système Gloesener.

**1325. Hubert** (H.), **et Duran** ingénieurs, à *Mons*, 4, *rue de l nion*. — Caisse contenant un électrique. Deux lampes de modifiées, de manière que le mage puisse être fait dans les tr sans qu'il soit nécessaire d' la lampe.

**1326. Musée royal de l'Indus Bruxelles.** M. Gauthy, direct Appareil photographique à c teur électrique.

**1327. Schmoele** (W. E.), négoc **Mols** (A.), directeur de la C gnie belge du téléphone Bell *vers*. — Orgue électrique. P électrique.

**1328. Somzée** (Léon), ingénieu raire des Mines, *à Bruxelle rue Royale*. — Appareil aver du grisou, basé sur le princ l'osmose. Lampe de houilleur formée en lampe avertissan pareil indicateur des proporti grisou, basé sur l'absorptio chaleur par les gaz.

**1329. Université libre de xelles.** M. Rousseau, pro de physique. — Commutateu tiple de M. Rousseau.

**1330. Vanderbiste** (Edmon cien, à *Bruxelles*, 68, *rue de tagne*. — Tableau indicat vents. Thermoscope élec Commutateur automatique à enflammer simultanémen mines.

# GROUPE V

## MÉCANIQUE GÉNÉRALE

—

### CLASSE 14.

GÉNÉRATEURS, MOTEURS A VAPEUR, A GAZ ET HYDRAULIQUES, ET TRANSMISSIONS APPLICABLES AUX INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

**1331. Beer** (frères), constructeurs de machines, à *Jemeppe, près de Liège.* — Machine à vapeur avec chaudière verticale, de la force de cinq chevaux. BC. *s.*

**1332. Cail Halot et Cie**, constructeurs de machines, à *Molenbeck-Saint-Jean (Bruxelles).* — Machine à vapeur de 40 à 50 chevaux, à détente mue par le régulateur. BC. *s.*

**1333. Carels** (Alphonse et Gustave frères), constructeurs de machines fixes et de locomotives, à *Gand.* — Machine Sulzer compound de 180 chevaux indiqués sur les pistons, à marche très douce, grande régularité et dépense de vapeur très réduite. BC. *s*

**1334. De Naeyer et Cie**, constructeurs de chaudières à vapeur, à *Willebroeck (Anvers).* — Cinq chaudières multitubulaires, inexplosibles et économiques d'une surface de chauffe totale de 760 mètres carrés, fournissant la vapeur pour le service général de la force motrice de l'exposition. Une chaudière de 66 mètres carrés de surface de chauffe avec demi-maçonnerie permettant de voir la disposition des tubes. BC. *s.*

**1335. De Ville-Châtel et Cie**, à *Bruxelles, rue de Birmingham.* — Machine à vapeur de 25 chevaux à cylindre renversé et à détente variable par le régulateur. BC. *s.*

**1336. Fétu** (Ant.) **et Deliége** constructeurs, à *Liège, 48, quai de Longdoz.* — Deux moteurs à gaz, système Otto, l'un de 8 chevaux, l'autre de 4 chevaux de force.

**1337. Montéfiore-Lévi** (Georges), ingénieur civil. Fonderie et tréfilerie d'Anderlecht, à *Bruxelles, 415, chaussée de Mons.* — Pièces diverses en bronze phosphoreux pour Machines. Coussinets en métal Montefiore.

**1338. Versé-Spelmans, Ant. Brichot et Cie**, industriels, à *Bruxelles, 34, rue de la Prévoyance.* Succursale à Paris, 10, rue de Chabrol. — Courroies de transmission pour machines électriques. BC. *s.*

# GROUPE VI

## BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE

—

### CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC., ETC.

**1339. Académie royale des sciences des lettres et des beaux-arts de Belgique.** M. Liagre, secrétaire perpétuel. — Bulletins de l'Académie, 2e série : Notes sur l'électricité, le galvanisme et le magnétisme, par M. Bultinck. Tome XII. — Sur l'origine de l'électricité dans les piles, par M. Martens. Tome XIII. — Sur l'électricité médicale par M. Bultinck. — Sur la direction du courant électrique, par M. Zantedeschi Tome XIV. — Sur une modification de la machine électrique de Nairne, par M. Pérard. Tome XXVIII. — Note sur une nouvelle boussole électro-magnétique ; son importance dans les observations magnétiques par M. Gloesener. — Sur les paratonnerres, par M. Melsens. Tomes XXXVIII et XXXIX. — Développement de l'électricité statique par M. Spring. Tome XLI. — De l'application du rhé-électromètre ou paratonnerre des télégraphes, par M. Melensens. Tome XLIII. — Paratonnerres établis sur l'hôtel de ville de Bruxelles, par M. Melsens. Tome XLIV. — Sur les paratonnerres, par M. Melsens. Tome XLVI. — Mémoires : Notes sur les expériences de Wheatstone concer.

nant la télégraphie classique par M. A. Quetelet. Tome VII. — Sur le coup de foudre de la gare d'Anvers, par M. Melsens. Tome XXVI. — Statistique des coups de foudre qui ont frappé des paratonnerres ou des édifices, etc., par M. Duprez. Tome XXXI. — Mémoires couronnés : l'électricité statique et la tension d'un liquide, par M. Van der Mensbrugghe. Tome XI. S. 20.

1340. **Administration des Télégraphes de l'Etat.** M. Delarge (F.), ingénieur en chef, directeur, à *Bruxelles, gare du Nord.* — Album du mobilier. Collection des cahiers des charges. Dessins d'appareils. Cartes du réseau télégraphique. Publications et règlements administratifs. S. 20.

1341. **Annales des Travaux Publics de Belgique**, publiées par une Commission de fonctionnaires sous le patronage du gouvernement. Bruxelles, années 1843-1881. — Sur l'emploi de la boussole dans les mines, par M. Quetelet. Année 1843. — Description d'une boussole de mineur à niveau constant, par M. Lambert. Année 1846. — Notice sur la télégraphie physique en général et, en particulier, sur le télégraphe-presse-piano-électro-magnétique, par M. Napoléon Barthel. Année 1848. — Notice sur les appareils à cadran et à lettres de M. Lippens, par M. Vinchent. Années 1852-1853. — Des appareils télégraphiques en 1855, dans le service des lignes télégraphiques et à l'exposition universelle de Paris, par M. Vinchent. Années 1855-1856. — Situation des lignes télégraphiques belges en 1859, en 1861, en 1862, en 1863, en 1864 et 1865, en 1866, par M. Vinchent. Années 1859-1866. S. 20.

1342. **Banneux** (Joseph), ingénieur en chef des Télégraphes de l'État, à *Bruxelles, gare du Nord.* — Rapport sur l'établissement de la ligne souterraine de Halle à Berlin. Bruxelles, 1877. S. 20.

1343. **Barlet** (Alphonse), ingénieur en chef aux chemins de fer de l'Etat, à *Bruxelles, 11, avenue de la Reine.* — Rapport sur les appareils e procédés de chauffage et d'écla à l'exposition de Paris de 1 Bruxelles, 1880, Paris, 1881. S

1344. **Bastings** (Alexandre), do en médecine, à *Bruxelles, 1, Josaphat.* — De la phtisie pu naire. Bruxelles, 1863. Tr tion néerlandaise par le Dr Va roy. Traduction allemande p Dr Silbermann. — De la faib des maladies qu'elle engendre leur traitement rationnel. Brux 1875. — Guérison d'un cas gra phtisie par électrisation métho des muscles de la respiration. xelles, 1879. — Exposé succi l'emploi méthodique de l'él cité, comme traitement cura rationel de la faiblesse et de la part des maladies chroniques.

1345. **Bède** (Emile), ingénie *Bruxelles, 14, rue du Martea* Résumé du cours de physique fessé à l'Université de Liège. P Liège, 1873. — De l'état actu la physique. Liège, 1859. — Étu l'éclairage électrique en coll tion avec M. H. de Backer. Bru 1879 — L'ingénieur conseil. xelles et Paris, années 1878-18 Des communications télépho Bruxelles, 1880. — La téléph histoire, description et appli des téléphones, Bruxelles, 18

1346. **Blas** (C.), professeur à l'U sité de Louvain, 88, *rue de mont,* à *Louvain.* — Applicat l'électrolyse à l'analyse chi avec un essai d'une méthode rale d'analyse électrolytique. vain, 1881.

1347. **Brasseur** (Léon), à *Bru* 48, rue du Congrès. — Noti les appareils télégraphiques à mission en duplex, sans con teurs. Bruxelles, 1878.

1348. **Buels** (Edouard), fonctio des Télégraphes de l'Etat, à *Bru* 160, *rue de Cologne.* — Etu dérangements de l'appareil H Bruxelles, 1881.

1349. **Daussin**, employé de l pagnie du Nord, à *Lille.* —

théorique et pratique sur l'appareil de rappel télégraphique Daussin. Dinant, 1875. S. 20.

1350. **De Backer** (Hector), ingénieur, **et Desguin** (P.), ingénieur à *Bruxelles*. — Rapport sur la lumière électrique. Congrès international du commerce et de l'industrie. Bruxelles, 1880. S. 20.

1351. **Delarge** (F.), ingénieur en chef, directeur des Télégraphes de l'État, à *Bruxelles, gare du Nord*. — Notice sur le matériel des lignes télégraphiques belges. Bruxelles, 1868. — Rapport sur les systèmes de tubes pneumatiques employés en Angleterre pour le transport des dépêches télégraphiques à courtes distances. Bruxelles, 1873. — Note sur le télé phone. Bruxelles, 1877. — Des appareils télégraphiques à grande vitesse. Bruxelles, 1878. — Note sur le téléphone appliqué dans le voisinage des lignes télégraphiques ordinaires. Bruxelles, 1879. S. 20.

1352. **De Locht-Labye** (Léon), ingénieur honoraire des Mines, à *Liège, 47, rue Mont-Saint-Martin*. — Les progrès de la télégraphie. — Les progrès de la téléphonie, ses applications pratiques. — Mémoire sur l'octroi des concessions de téléphonie locale. Liège 1880. — La téléphonie, sa théorie et ses applications. — Le pantéléphone de Locht. S. 20.

1353. **Desguin** (Pierre), ingénieur, à *Bruxelles, 32, rue des Croisades*. — La machine de Ruhmkorff. Le moteur Deprez. La lampe-soleil. Bruxelles, 1872, 1879, 1881. S. 20.

1354. **Despret** (Victor), ingénieur, à *Bruxelles*, 107, *rue Belliard*. — Des applications de l'électricité aux arts et à l'industrie. Bruxelles, 1859. Mémoire couronné au concours universitaire de 1856-57. S. 20.

1355. **Devivier** (A. J. A.), professeur de physique à l'Université de Louvain, 95, *rue de Namur*, à *Louvain*. — Magnétisme et électricité. Cours autographié. S. 20.

1356. **Docq** (feu M. Adrien Joseph), professeur de physique à l'Université de Louvain. — Examen des théories relatives à la nature des agents physiques. Rotterdam, 1865. Bibliothèque de l'Université de Louvain. S. 20.

1357. **Dupont** (Henry-Firmin), conseiller au Conseil des mines, à *Bruxelles*, 2, *rue Galilée*. — De l'évaluation des frais d'installation et d'entretien des lignes et des appareils télégraphiques de l'État belge. S. 20.

1358. **Evrard** (F.), ingénieur des Télégraphes de l'Etat, à *Bruxelles, gare du Nord*. — Télégraphie électrique. Origine et développement du réseau belge. Bruxelles, 1881. — Notice sur l'emploi des poteaux métalliques dans les lignes télégraphiques. Bruxelles, 1875. — La télégraphie et quelques applications de l'électricité. Liège, 1880. S. 20.

1359. **Evrard** (F.), ingénieur des Télégraphes de l'Etat, **et Davreux** (P.), ingénieur au Musée royal de l'industrie, à *Bruxelles*. — De l'emploi de l'électricité dans l'industrie. Bruxelles, 1880. — Rapport sur le transport à distance de la force motrice par l'électricité (Congrès du commerce et l'industrie). Bruxelles, 1880. S. 20.

1360. **Gérard** (Antoine-Joseph), horloger, à *Liège*, 5, *place Saint-Lambert*. — Plans et photographies d'appareils électriques. S. 20.

1361. **Gibbs** (John), inspecteur, chef de service des Télégraphes de l'État, à *Bruxelles, gare du Nord*. — Renseignements sur la télégraphie en Angleterre, Bruxelles, 1864. S. 20.

1362. **Gloesener** (feu M.), professeur à l'Université de Liège, membre de l'Académie royale de Belgique. — Dissertatio inauguralis physica de identitate fluidi electrici et magnetici deducta ex theoria a clarissimo Ampere proposita. Leodii, 1823. — Oratio de vera scientias physicas excolendi methodo et vera illarum studii fine. Lovanii, 1827. — Notice sur deux petits appareils propres à changer la direction des courants électriques. Liège, 1842. — Discours prononcé à l'occasion de la réouverture solenelle des cours des l'université de Liège. Liège, 1847,

— Recherches sur la télégraphie électrique. Liège, 1853. — Analyse sommaire du mémoire de l'auteur sur la télégraphie électrique. — Analyse du mémoire sur un chronoscope nouveau présenté au nom de l'auteur par M. Despretz. — Télégraphe à aiguille perfectionné. — De l'importance du principe du renversement alternatif du courant dans les électro-aimants. Liège, 1868. — Note sur une nouvelle méthode d'enregistrement automatique, au moyen de l'électricité, de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques et de leurs variations diverses. — Note sur un paratonnerre foudroyé à Wetteren. — Note sur une boussole magnétique ou électro-magnétique, son | importance dans les observations magnétiques et surtout dans celles faites sur la mer. — Sur le télégraphe enregistreur de M. Van Rysselberghe. — Sur un nouveau procédé pour soustraire les boussoles marines à l'influence du fer et de l'acier, qui entrent dans la construction et le chargement des navires. — Divers rapports sur des mémoires présentés à l'Académie. — Traité général des applications de l'électricité. Paris et Liège, 1re partie. — Études sur l'électro-dynamique et sur l'électro-magnétisme. Bibliothèque de Mlle A. Gloesener. S. 20.

**1363. Gody** (J.), architecte au ministère des Travaux Publics, à *Bruxelles*. — Rapport sur les appareils de précision à l'Exposition universelle de Paris de 1878. Bruxelles, 1880. S. 20.

**1364. Harzé** (Emile), ingénieur des Mines, à *Bruxelles*, 76, *rue de Trèves*. — Photographie d'un télégraphe à signaux contrôlés, pour mines, chemins de fer, etc. S. 20.

**1365. Hochsteyn** (L.), membre de la Société de géographie de Belgique, à *Bruxelles, rue de Liedekerke*,). — Dictionnaire européen comprenant la nomenclature des bureaux postaux et télégraphiques, stations de chemin de fer, etc. Bruxelles, 1881. S. 20.

**1366. Lancaster** (Albert logiste inspecteur à l'Ol royal de Bruxelles, 129, Sainte-Marie, à *Bruxelles*. sion des observatora-orag Belgique pendant l'ann Etudes des orages en Belgi

**1367. Louyet** (feu M.).—I expérimentales sur le zi taïque du fer. — Notice s veau mode de dosage par voie humide et co taïque. (Bibliothèque de melaere.)

**1368. Le Téléphone**, org des entreprises téléphoniq gique et à l'étranger. A tion : 1, *rue du Peuplier*, à

**1369. Mazeman** (Gustav *xelles*, 25, *rue Traversi* nuel de télégraphie Hugh 1881.

**1371. Mourlon** (Charles) teur électricien, *rue de Ru à Bruxelles*. — Guide pr catalogue illustré et not graphique sur les appli nérales de l'électricité. 1881. — Notice sur l' différents modèles de la ché. Bruxelles, 1881.

**1372. Musée royal de l'** à *Bruxelles*. M. Gauthy, di Bulletin du musée. An 1881, Bruxelles. — Vibr nique, par M. Lippens, a — Notice sur le zingag du fer et autres métaux, yet. Années 1843, 1844 Note sur un régualteur par M. Jules Duboscq. A — Nouvelle pile élec M. Charles Devos Anné Encreur pour appareil tème De Vos, par M. Gi 1878. Le moteur électri par M. Desguin. Année

**1373. Navez** (Auguste), li lonel d'artillerie en retrai *les*, 144, *chaussée d'Haech* tion de l'électricité à la n vitesse des projectiles. Pa Instruction avec atlas su électro-balistique Navez. — Rapport sur des exp

tir faites au moyen d'un appareil électro-balistique système Navez. Bruxelles, Liège et Paris 1851, 1852, 1859. — Notes et mémoires sur un nouveau système de chronométrie électro-balistique. S. 20.

1374. **Navez** (Auguste) **et Navez** (Louis fils), *à Bruxelles*, 144, *chaussée d'Haecht*. — Application de la bobine de Ruhmkorff au téléphone — Notes et discussions sur la théorie du téléphone. S. 20.

1375. **Petit** (Louis), lieutenant de vaisseau, à *Anvers*, 25, *rue Jordaens*. — Mémoire sur les phares à lumière électrique. Bruxelles, 1880. S. 20.

1376. **Quetelet** (feu M. Adolphe), secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Belgique. — Recherches sur l'intensité magnétique de différents lieux de l'Allemagne et des Pays-Bas. Bruxelles, 1830. — Recherches sur l'intensité magnétique en Suisse et en Italie. Bruxelles, 1831. — Recherches sur les degrés successifs de force magnétique qu'une aiguille d'acier reçoit pendant les frictions multiples qui servent à l'aimanter. — Sur le magnétisme terrestre en Italie. Bruxelles, 1840. — Notes diverses sur l'électricité de l'air et le magnétisme. — Notes sur la déclinaison, l'inclinaison et la force de l'aiguille magnétique à Bruxelles et sur la variation de ces trois éléments. — Sur la physique du globe. Bruxelles, 1861.

Bibliothèque de Mme Vve E. Quetelet. S. 20.

1377. **Quetelet** (feu M. Ernest), astronome à l'Observatoire royal de Bruxelles. — Recherches sur les mouvements de l'aiguille aimantée à Bruxelles. — Des observatoires du nord de l'Allemagne et de la Hollande et du magnétisme terrestre. — Notes sur la détermination de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques à Bruxelles.

Bibliothèque de Mme Vve E. Quetelet. S. 20.

1378. **Rau** (Edouard), ingénieur, à *Bruxelles*, 75, *rue d'Arlon*. — Notices sur les signaux électro-optiques pour chemins de fer, dits Block-system (Siemens et Halske). Bruxelles, 1874, 1875. — Indicateur de vitesse, système Petri, Siemens et Halske. Bruxelles, 1879. — Notices sur l'éclairage électrique. Bruxelles, 1877, 1880. — Notice sur les appareils Morse, destinés au service des chemins de fer. Bruxelles, 1876. — Nouveau transmetteur pour appareil Morse. — Manœuvre des excentriques et des signaux locaux, comparaison entre les systèmes Saxby-Farmer et Siemens-Halske. S. 20.

1379. **Revue universelle des mines, de la métallurgie, des travaux publics, des sciences et des arts appliqués à l'industrie.** Rédacteur en chef : M. de Cuyper (Charles), professeur à l'Université de Liège. Propriétaire : Noblet (A.), ingénieur civil. Liège, Paris, années 1857-1881. — Emploi du collodion comme corps isolant dans l'électricité dynamique, par M. Body. — Machine magnéto-électrique de M. Van Malderen, par M. Dwelshauwers. Année 1863. Exploitation des Mines; creusement des puits et galeries : amorçage électrique, machines électriques appareils d'induction, fils conducteurs, amorces électriques; travaux exécutés par l'emploi simultané de la dynamite, de l'électricité et des perforatrices par M. Habets. Année 1874. — Machine dynamo-électrique et régulateur de lumière électrique de Siemens et Halske. Note sur une méthode d'électrolyse l'appliquée au dosage de certains métaux et sur la batterie thermo électrique de Clamond, par M. Loiseau. Année 1875. — Note sur un nouveau régulateur photo-électrique automatique et à point lumineux fixe, par M. Jaspar. — Dosage électrique du manganèse, du nickel, du zinc et du plomb, par M. Riche. Année 1877. — Note sur la machine Gramme, par M. Bernimolin. Année 1878. — Rapport sur un appareil électrique construit par MM. Striedinger et Doerflinger, pour faire sauter simultanément plusieurs milliers de mines, par M. Perard. — Note sur une application de la machine Gramme comme moteur électrique, par M. Jaspar. — Note sur un système de répartition de la lu-

mière électrique, par M. Jaspar. — L'éclairage électrique, par M. de Backer Année 1879. — Expériences sur le développement du magnétisme induit par la terre dans le fer laminé nerveux, par M. Perard. Année 1881. S. 26.

**1380. Rousseau** (E.), professeur de physique à l'Université de Bruxelles et à l'École militaire, à *Bruxelles*, 59, *rue du Conseil*. — Cours de physique professé l'École militaire, section des armes spéciales. Bruxelles, 1877. S. 20.

**1381. Samuel** (P.) élève de l'Ecole du génie civil, Gand. — Notice sur un appareil enregistreur des signaux du galvanomètre à miroir. *Bruxelles*, 1881. S. 20.

**1382. Société scientifique de Bruxelles.** R. P. Carbonnelle secrétaire, 27, *rue des Ursulines*, à *Bruxelles*. — Annales de la Société. Bruxelles, années 1875-1880. — Sur certaines conséquences de la formule électro-dynamique d'Ampère, par M. Gilbert. Année 1875-1876. — Sur la détermination analytique de la charge dans une bouteille de Leyde, par le R. P. Delsaulx. — Sur la démonrstation de l'équaton AV= 4 πρ dans la théorie du potentiel par le R. P. Delsaulx. Année 1877-1878. — Sur une propriété des surfaces du second degré dans la théorie de l'électricité statique, par le R. P. Delsaulx. Année 1878-1879. — Sur la loi de force de M. Clausius entre courants élémentaires, par le R. P. Delsaulx. Année 1879-1880. Revue des questions scientifiques. Bruxelles, Louvain, Paris, années 1877-1881 : Phénomènes thermiques et électriques, par M. Witz. — Thermo-chimie et mécanique chimique, par M. Witz. Année 1878. — Les courants secondaires, par le R. P. Van Tricht. Année 1879. — Les mouvements moléculaires, par le R. P. Thiron. — Transmission de la force motrice à distance. Année 1880. S. 20.

**1383. Somzée** (Léon), ingénieur honoraire des Mines, à *Bruxelles*, 217, *rue Royale*. — Dessins d'un appareil d'éclairage électrique. Dessin d'un appareil avertisseur du grisou d[…] les mines. S[…]

**1384. Staes** (Eugène), à *Termond[…]* Dessin d'un nouveau système[…] signaux avertisseurs automati[…] pour chemin de fer. S[…]

**1385. Strens** (feu M. Louis), fonct[…]naire aux télégraphes de l'Etat[…] La télégraphie électrique mise[…] portée de tout le monde. — Bru[…]les, 1855.

Bibliothèque de M. Strens. S[…]

**1386. Valerius** (H.) professeur à [l'U]niversité de Gand, 2, *rue du Gou[ver]nement*, à *Gand*. — Les phénom[…] de la nature, leurs lois et l[…] applications aux arts et à l'indu[…] d'après le docteur Zimmer[…] Tome I. Electricité, magnétis[…] galvanisme. Paris, Bruxelles, 1[…] — Notice sur un nouveau chr[…]cope électrique. — Dangers de [l'ap]plication de l'électricité au tr[aite]ment des affections nerveuses. G[…] 1853. — Rapport sur la que[…] mise au concours en 1852 : Dé[mon]trer par des faits la valeur de l'[élec]tricité dans le traitement des m[…]dies. (Société de Médecine de G[…] 1852). — Mémoires sur l'empl[…] l'électricité en médecine. G[…] 1852, 1853. — Effet singulie[…] courant électrique (Académie r[…] de Belgique, *Bulletin*, 1877). S[…]

**1387. Van Gœthem Reallier et[…]** 3, *rue des Moutons*, à *Bruxelle[s]* Plan d'une machine électrique. S[…]

**1388. Van Holsbeck** (feu M. He[…]) docteur en médecine. — Com[pen]dium d'électricité médicale. P[…] Bruxelles, 1860.

Bibliothèque de l'Université [de] Louvain. S[…]

**1389. Van Mullem** (Eugène), p[…]teur des télégraphes de l'Éta[t] *Saint-Nicolas*. — Manuel de télé[gra]phie électrique. Gand 1879. S[…]

**1390. Van Noorbeeck** (Edou[…]) fonctionnaire du ministère des [Tra]vaux Publics, à *Bruxelles*, 32, [rue] *de Mérode*. — Plan d'un nou[veau] système de communication au m[oyen] de l'électricité. S[…]

**Bibliographie rétrospective**

*I. Manuscrits*

**1391. Devivier** (A. G. A.), professeur de physique à l'Université de Louvain, 95, rue de Namur, à Louvain. — Tractatus de electricitate. Sebastianus Malacord Stabuleensis, 1784.

**1392. Martens**, professeur à l'Université de Louvain. — Corpus naturale et tractatus de electricitate. Lovanii, 1795.

**1393. Université de Louvain**, M. Reusens, bibliothécaire. — Cours professés à l'Université de Louvain pendant les années 1738, 1740, 1744, 1768 et 1777.

*II. Livres imprimés.*

**1394. Université de Louvain**. M. Reusens bibliothécaire. — Peregrinus (Petrus). De magnete, seu rota perpetui motus, libellus. Augsburgi, 1558. — Taisnierius (Joannes) Opusculum perpetua memoria dignissimum, de natura magnetis et ejus effectibus. Coloniæ. 1562. — Gilbertus (Guilielmus). De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure : physiologia nova, plurimis et argumentis et experimentis demonstrata. Londini, 1600. — Gilbertus (Guilielmus). De magnete, magneticisque corporibus, vi ejus attractiva et medicinali proprietate. Tractatus novus, illustratus per Wolffg. Lochmannum. Francofurti, 1629. — Cabeus (Nicolaus). Philosophia magnetica. Ferrariæ, 1629. — Kircher (Athanasius). Ars magnesia. Herbipoli, 1631. — Gilbertus (Guilielmus). Tractatus sive physiologia nova de magnete magneticisque corporibus. Omnia nunc diligenter recognita. Studio D. Wolfgangi Lochmans. Sedini, 1633. — Kircherus (Athanasius). Magnes sive de arte magnetica opus tripartitum. Romæ, 1641. — Kircherus (Athanasius). Magnes sive de arte magnetica opus tripartitum. Colonia Agrippinæ, 1643. — Leotaudus (Vincentius). Magnetologia. Lugduni, 1668. — J. C. H. (M. D.) Magne tologia curiosa. Das ist grüendtliche Abhandlung des Magneths. Mayntz, 1690. — Fay (Carolus de Cisternai du) Versuche und Abhandlungen von der Electricität derer Cöerper in den Jahren 1733 bis 1737. Erfurth, 1745. — Louis. Observations sur l'électricité. Paris 1747. — Faure (Giambattista). Congetture fisiche intorno alle cagioni de fenomeni osservati in Roma nella machina ellettrica. All'illustrissimo signore G. Collicola. Roma, 1747. — Jallabert. Expériences sur l'électricité avec quelques conjectures sur la cause de ses effets. Paris, 1749. — Winckler (Joh. Henr.) Nieuwe natuurkundige ontdekkingen, aangaande de eigenschappen, werkingen, en o-orzaaken der Electriciteit of uitlokkings kragt. Amsterdam, 1751. — Waitz (J. H.). Verhandeling over de electriciteit. Amsterdam, 1751. — Semeyns (Meindert). Kortbondige redeneering over de gesteltheid van den aardkloot van binnen, betoogt uit de magneetische werkinge. S'Gravenhage, 1760. — Nollet (M. l'abbé). Essai sur l'électricité des corps. Paris, 1765. — Brugmannus (Ant.). Tentamina philosophica de materia magnetica ejusque actione in ferrum et magnetem. Francqueræ, 1765. — Baver (Fulgentius). Dissertatio experimentalis de electricitatis theoria et usu. Viennæ et Lipsiæ, 1767. — Beccaria (J. B.) Experimenta, atque observationes, quibus electricitas vindex late constituitur, atque explicatur. Augustæ Taurinorum, 1769, — Nollet (H. At.). Vergleichung der Wierkungen des Donners mit den Wierkungen der Electricitaet. Prag. 1769. — Priestley (Joseph). De geschiedenis en tegenwoordige staat der electriciteit. Amsterdam, 1772-1773. — Franklin. Œuvres traduites de l'anglais, par Barbeu Dubourg. Paris, 1773. — Franklin (Benjamin). Experiments and observations on electricity made at Philadelphia in America. London, 1774. — Zallinger (Franz). Abhandlung von der Electricitaet des in Tyrol gefundenen Turmalins. Innsbruck, 1779. — Mahon. Principes d'électricité. Londres, 1781. — Donovan. Essay on the origin, progress and present state of galvanism. Dublin, 1816. — Hansteen (Christopher). Untersuchungen ueber den

magnetismus der Erde. Uebersetzt von P. Treschow Hanson. Christiania, 1819. — Roesling (Christian, Librecht). Der Galvanismus. Ulm, 1824. — Ampère (André-Marie). Théorie des phénomènes électro-dynamiques, uniquement déduite de l'expérience. Paris, 1826.

## CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1395. Administration des Télégraphes de l'Etat.** M. Delarge (F.), ingénieur en chef, directeur, à *Bruxelles, gare du Nord.* — Anciens appareils qui ont été en usage à l'administration : appareil Wheatstone à deux aiguilles ; appareil Wheatstone à une aiguille ; appareil Foy et Breguet ; appareil Lippens à manivelle ; appareil Lippens à clavier ; appareil Gloesener ; appareil Wheatstone à clavier ; appareil Morse à poids ; appareil Morse à pointe sèche ; appareil Morse à molette.

**1396. Brand** (Joseph), ingénieur-opticien, à *Bruxelles*, 32, *rue de la Madeleine.* — Machine électrique de Nairne, datant des premières années du XIX^e siècle.

**1397. Delsaulx** (J.), professeur au collège de la compagnie de Jésus, à *Louvain.* — Télégraphe à cadran. Moteur électrique. Appareil d'induction.

**1398. D'Hoy** (Charles), photographe à *Gand, rue des Champs.* — Régulateur pour lumière électrique construit en 1853 par l'exposant.

**1399. Gloesener** (Mlle Antonia). Manufacture d'appareils électriques, à *Liège*, 70 *bis, avenue d'Avroy.* — Collection d'appareils inventés et construits par feu M. Gloesener pour servir aux démonstrations du cours de physique qu'il professait à l'Université de Liège.

**1400. Lippens** (Polydore), ancien constructeur d'appareils télégraphiques, *à Eecloo* (*Flandre orientale*). — Appareils télégraphiques à clavier et à cadran. Accessoires d'appareils. Locomotive électrique construite en 1840.

**1401. Maison des Joséphite[s]** *le-lez-Gand.* — Appareil d'in[duction] de Clarke. Appareil de Joule. T[élégra]phe à cadran.

**1402. Musée royal de l'indu[strie]** Bruxelles. M. Gauthy, direct[eur]. Télégraphes à cadrans de Li[ppens].

**1403. Observatoire roy[al] Bruxelles** M. Houzeau (J.C.) [direc]teur. — Batterie Wollaston, sp[éciale] ayant servi à Ampère pour la [déter]mination des lois des couran[ts]. [Ap]pareil de Faraday, envoyé pa[r le sa]vant à l'observatoire de Bru[xelles] pour la répétition des expé[riences] sur le diamagnétisme.

**1404. Université de Lo[uvain]** M. Devivier, professeur de ph[ysique]. — Collection de piles : pile[s à co]lonnes, piles à un liquide[, piles] sèches, piles à deux liquide[s]. [Pile] thermo-électrique de Nobili. M[achine] électrique à cylindre en verr[e]. Machine électrique du systè[me de] Marum. Batterie composée [de] jarres. Appareil de Watkin[s pour] démontrer l'action des coura[nts sur] un aimant. Galvanomètre m[ultipli]cateur pour expériences pu[bliques]. Galvanomètre à deux aiguill[es]. [Galva]nomètre à quatre aiguilles. A[ppareil] de Ritchie. Appareils pour [démon]trer les lois des courants [sur les] courants et sur les aimant[s]. [Télé]graphe de démonstration. M[anipu]lateur et récepteur d'un télé[graphe] à cadran. Manipulateur et [récep]teur d'un télégraphe électriq[ue sys]tème Morse, modifié par feu [le] professeur Gloesener, d'après [le prin]cipe du renversemnt des co[urants]. Divers modèles de bobines [d'indu]ction. Machine magnéto-éle[ctrique] de Pixii. Machine magnéo élec[trique] de Clarke.

**1405. Valérius** (H.), professeu[r à l'U]niversité de Gand, 2, *rue du Go[uverne]ment, à Gand.* — Machine éle[ctrique] de Holtz, modèle que l'invente[ur a cé]dé à l'Université de Gand lors [de son] retour de Londres, où il [s'était] rendu pour donner à l'Institu[tion] un aperçu de son importa[nte in]vention.

# DANEMARK (ROYAUME DE)

## GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 3.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

**1407. Jürgensen** (Christopher Peter), à *Copenhague.*—Représenté par M. Gudman, à Paris, 53, *avenue de la Grande-Armée.* — Machine dynamo-électrique. N.

## GROUPE IV

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**1408. Lund** (C.-F.), à *Copenhague.* — Sonneries électriques.

**1409. Direction des Télégraphes d'Etat,** à *Copenhague.* — Modèle de construction des lignes télégraphiques aériennes en Danemark.

### CLASSE 13.

APPAREILS DIVERS.

**1410. Lund** (C.-F.), à *Copenhague.* — Appareil autographique à courants inversés.

## GROUPE VI

BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE

—

### CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1411. Direction des Télégraphes d'Etat,** à *Copenhague.* — Buste de H. C. Oersted. Boussole employée par H. C. Oersted dans toutes ses expériences sur les phénomènes fondamentaux de l'électro-magnétisme. S. 18.

# ESPAGNE (ROYAUME D')

Nota. Toute l'exposition du royaume d'Espagne se trouve dans la nef.

---

## GROUPE IV

### APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

#### TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**1412. Bonnet** (Henri), à *Cadix, rue Rosario Cepeda*, 13. — Appareils de transmission rapide à double point. Poste télégraphique portatif avec pile dans un étui.

**1413. Cazorla** (Alexis), à *Madrid, rue Escalinata*, 13. — Cible électrique.

**1414. Direction Générale des Postes et des Télégraphes**, à *Madrid*. — Poste télégraphique en service dans les bureaux d'Espagne. — Dessins représentant les outils et le matériel des lignes télégraphiques espagnoles.

**1415. Echenique** (Florencio), sous-directeur de section des Télégraphes à *Madrid*.—Appareil de poche pour servir de poste intermédiaire. Appareils de poche pouvant fonctionner isolément comme poste-tête de ligne, ou ensemble comme translateur. Un marteau-omnibus d'acier comprenant : tournevis, deux clefs, filière, lime, couteau et scie. — Moufles pour tendre les fils télégraphiques, fonctionnant sans ressort. Mâchoire à tendre le fil de fer. Tambour sur sa brouette pour le déroulement des fils.

**1416. Orduna y Munoz** (Charles), à *Madrid, Rollo* 2, et à *Paris*, 4, *rue Perrault chez M. Breguet*. — Télégraphe duplex sans condensateur.— Appareils divers. — Télégraphe duplex pour l'armée.

**1417. Perez Blancas**, Dir
Section des Télégraphes, à
Appareil électro-automati
tisseur des crues des fleuv
reil de télégraphie militai

**1418. Piedras y Macho**
Employé des Télégraphes
*garcia, Pontevedra*. — Po
médiaire (système Morse).

**1419. Tendé** (Alexandre) G
de Londres, *San-Sebastian*
*coa*. — Tableau indicat
sonnerie électrique.

### CLASSE 7.

#### TÉLÉPHONIE, MICROPHON
#### PHOTOPHONIE.

**1420. Bonnet** (Henri), à C
*Rosario Cepeda*, 13.— De
téléphoniques avec tra
microphonique.

**1421. Fernandez Jane**
Ingénieur civil, à *Coruna*.
phones, dont un simpl
multiple.

**1422. Soriano y Ferrer**,
des Télégraphes, à *Alcudi*
*res*). — Téléphones.

### CLASSE 8.

#### LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

**1423. Societad Espanola**
**tricitad** à *Barcelone*, *Ra*
*Centro*, 9. — Machine
lampes électriques.

**1424. La Orden** (Louis) et **Bonnet** (Henri), à *Cadix, rue Murguix*, 26. — Modèle d'un appareil électrique pour l'éclairage automatique d'une balise au port de Cadix.

## CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION; ÉLECTRO-AIMANTS; AIMANTS; BOUSSOLES; HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1425. Cazorla** (Alexis), à *Madrid, rue Escalinata*, 13. — Thermomètre phono-électrique pour signaler les incendies. Thermomètre avertisseur pour appareils d'incubation. Baromètre électrique avertisseur.

## CLASSE 13.

APPAREILS DIVERS.

**1426. Cazorla** (Alexis), à *Madrid, rue Escalinata*, 13. — Toise électrique pour mesurer la hauteur du corps humain.

**1427. Nicolau y Montaner** (Adolphe), et **Hervas Ausmendi** (Julian), à *Barcelone, rue Aribau*, 8. — Serrure électrique de sûreté avec pile et sonnerie.

**1428. Vigil** (Primitivo), à *Madrid*. — Filière Britannia.

---

# GROUPE VI

BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE

—

## CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC.

**[1429]. Agil y Maestre et D. de [...]rtazar**, ingénieurs en chef des mines, *Madrid*. — Historia, descripcion y critica de los sistemas empleados en el alumbrado de las excavaciones subterraneas.

**1430. Galante** (Joseph), inspecteu[r] des télégraphes, Chef du district de Séville, à *Séville*. — Manual de mediciones electricas, un vol. in-8° avec planches.

**1431. Orduna y Munoz** (Charles), à *Madrid, Rollo*, 2, et à *Paris, chez M. Breguet, 4, rue Perrault*. — Mémoire sur les appareils duplex et quadruplex.

**1432. Perez Blanca** (François), Directeur de section des télégraphes, à *Seville*. — Manual de Telegrafia practica, deux vol. in-8° avec planches.

**1433. Roig y Torres**, à *Barcelone, rue Fontanella*, 28. — Cronica cientifica (Collection du journal).

**1434. Suarez Saavedra** (Antonino), Directeur de section des télégraphes, à *Barcelone*. — Tratads de Telegrafia, cinq volumes; Historia universal de la Telegrafia, 1er vol.

# GRANDE BRETAGNE & IRLANDE (ROYAUME UNI DE)

NOTA. Lorsqu'aucune indication d'emplacement n'est portée à la suite de la mention des objets exposés, c'est que ces objets se trouvent au rez-de-chaussée de la nef principale du Palais.

---

## GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

### CLASSE 1.

ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

**1435. Apps** (Alfred), *Londres*, 433, *Strand* — Bobine d'induction, donnant dans l'air une étincelle de trois pieds et demi.

### CLASSE 2.

PILES ET ACCESSOIRES.

**1436. Bourne** (Joseph), and **Son**, *près Derby, Denby Pottery Works.*— Vases de grès pour piles.

**1437. Coxeter** and **Son**, *Londres*, 23 *et* 24, *Grafton Street East, Tottenham Court Road.* — Petits éléments de piles d'une grande force électro-motrice, donnant des courants constants et de longue durée. — Piles simples et à combinaisons. — Pile (dite Triple).

**1438. Fahrig** (F. E.), *Southampton.* — Carbone pur de toutes formes, pour éléments de piles, taillé mécaniquement ou à la main.

**1439. Latimer Clark, Muirhead** and **C°**, *Londres, S. W.* 29, *Regency street, Westminster* (*agent à Paris, J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*).— Piles Daniell et autres (système Muirhead). — Piles à manganèse de Howell. — Pile à chlorure d'argent de Warren de la Rue, avec accessoires pour l'usage médical. — Piles Minotto, à liquides superposés, au bichromate, etc.

**1440. Paterson** (Edward), *Londres*, 76, *Little Britain, Aldersgate Street.*— Piles électriques de divers systèmes.

**1441. Sabine** (Robert), *Londres*, (*Agent à Paris, J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*). — Éléments de piles, formés de deux plaques de sélénium baignant dans de l'eau.

**1442. The Scientific Toy C°**, *Londres, Sun Works, Kirkwood Road, Peckham.* — Piles électriques, instructions pour leur fonctionnement (appareils destinés à l'instruction récréative de la jeunesse).

**1443. Stiff** (James) and **Sons**, *Londres, London Pottery, Lambeth.* — Vases poreux et vases de grès, cylindriques ou rectangulaires, pour éléments de pile.

### CLASSE 3.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

**1444. Anglo-American Brush Electric Light Corporation Limited**, *Londres*, 74, *Hatton Garden.* — Machines dynamo-électriques pour la lumière électrique, la galvanoplastie et la transmission de la force.

**1445. Blakey Emmott and C°**, *Halifax.* — Machines électriques diverses.

**1446. British Electric Light C° Limited**, *Londres, Heddon Street, Regent Street* — Machines Gramme dynamo-électriques de divers types nouveaux, donnant des courants variables au besoin. — Machines dynamo-électriques pour la galvanoplastie. — Divers accessoires employés dans le fonctionnement des machines électriques.

**1447**. **Coxeter** and **Son**. *Londres*, 23 *et* 24, *Grafton Street East, Tottenham Court Road*.— Machine dynamo-électrique appropriée à la lumière électrique. — Même machine servant de moteur.

**1448**. **Crompton** (R.-E.) and **C°**, *Londres*, *Mansion House Buildings*. — Machines dynamo-électriques, système Bürgin.

**1449**. **Henley** (W. T.), *Londres*, *E. C. Drapers Gardens*. — Machines dynamo-électriques.

**1451**. **Latimer Clark Muirhead** and **C°**. *Londres*, *S. W.* 29, *Regency Street*, *Westminster* (*agent à Paris*, *J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*). — Machine électro-magnétique du docteur Hopkinson, à courants continus. — Même machine à courants alternatifs. — Machine dynamo-électrique de Andrews.

## GROUPE II

### TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 4.

CABLES, FILS ET ACCESSOIRES, PARATONNERRES.

**1452**. **Bourne** (Joseph) and **Sons**, *près Derby*, *Denby Pottery Works*.— Isolateurs divers en grès.

**1453**. **Henley** (W.-T.), *Londres*, *E.-C.*, *Drapers gardens*. — Echantillons de câbles fabriqués avant 1879.

**1454**. **India Rubber Gutta Percha et Telegraph Works C°. Limited**, *Londres*, *Silvertown*. — Divers échantillons de câbles sous-marins, câbles télégraphiques, fils isolés.

**1455**. **Johnson** (Richard) and **Nephew**, *Manchester*, *Bradford Iron works*. — N° 00. B. W. G., fer galvanisé pour armatures de câbles, n° 8, fil galvanisé de faible résistance. Toron de trois fils galvanisés du n° 16.

**1456**. **Latimer Clark Muirhead** and **C°**, *Londres*, *S. W.* 29, *Regency street*, *Westminster* (*agent à Paris*, *J Aylmer*, 4, *rue de Naples*).—Câble électrique à enveloppe isolante de nigrite (système Frild). — Câbles pour lumière électrique et pour téléphones. — Câbles disposés en vue d'éviter les effets d'induction (système Muirhead). — Paratonnerres.

**1457**. **Newall** (R.-S.) **and C°**, *Londres*, 130, *Strand*.—Echantillons de câbles sous-marins. — Conducteurs de cuivre pour lumière électrique. — Paratonnerres.

**1458**. **Paterson** (Edward), *Londres*, 76, *Little Britain*, *Aldersgate street*. — Paratonnerres.

**1459**. **Reid** (brothers), *Londres*, 12, *Wharf Road*. — Conducteurs pour empêcher l'induction sur les circuits téléphoniques. Isolateurs (système Crighton) avec cône pour arrêter le fil.

**1460**. **Rustless** and **General Iron C°** (The), *Londres*, 3, *Queen street Place*, *Cannon street*. — Tuyaux de fer inoxydables pour la pose des lignes télégraphiques souterraines. — Poteaux télégraphiques de fer.

**1461**. **Siemens Brothers**, and **C°**, **Limited**, *Londres*. — Câbles sous-marins, souterrains et aériens. — Fils isolés et nus. — Modèle de navires servant à la pose de câbles sous-marins et autres. — Câbles pour lumière électrique, etc. — Isolateurs, etc.

**1462**. **Stiff** (James) and **Sons**, *Londres*, *London Pottery*. *Lambeth*. — Isolateurs divers de grès.

**1463**. **Submarine Telegraph C°**, *Londres*, 2, *Throgmorton Avenue* et *à Paris*, 45, *rue Cambon*. — Echantillons des divers câbles posés par la Compagnie entre l'Angleterre et le continent européen. — Echantillons de câbles cassés par les ancres des navires ou par l'oxydation des armatures.

**1464**. **Telegraph Construction et Maintenance C°**, **Limited**, *Londres*, 38, *Old Broad street*. — Echantillons de câbles sous-marins po-

par la Cie dansles diverses mers du globe depuis 1857 jusqu'à 1881.

**1465. Whitecross Wire and Iron Company, Limited**, *Warrington*. — Fils télégraphiques fabriqués par des procédés spéciaux et par de nouvelles machines. — Petits fils d'attache. — Fils homogènes pour armatures de câbles sous-marins.

## GROUPE III

### ÉLECTROMÉTRIE

—

### CLASSE 5.

#### APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

**1466. Ayrton** (W. E.) and **Perry** (J.), 68, *Sloane street London*. — Galvanomètre portatif et « dead-beat » pour la mesure des courants intenses.

**1467. Blakey Emmott** and **C°**, *Halifax*. — Galvanomètres divers.

**1468. Coxeter** and **Son**, *Londres*, 23 et 24, *Grafton street, East, Tottenham Court Road*. — Galvanomètre vertical disposé pour permettre la lecture rapide des déviations causées par les courants alternatifs.

**1469. Elliott** (brothers), *Londres*. *Agent à Paris, J. Aylmer, rue de Naples*, 4. — Galvanomètres; caisses de résistance et condensateurs pour essais et signaux électriques. — Micromètres pour la mesure des fils.

**1470. India Rubber Gutta Percha et Telegraph Works C°, Limited**, *Londres*, *Silvertown*. — Galvanomètres astatiques à miroir de Thomson, galvanomètres astatiques portatifs, galvanomètres des tangentes pour mesures électriques. — Caisses de résistance, forme ordinaire et circulaire, avec pont de Wheatstone. — Appareils complets pour essayer les torpilles. Manipulateurs et condensateurs.

**1471. Latimer Clark Muirhead** and C°, *Londres S. W.*, 29, *Regency street, Westminster* (*agent à Paris, J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*. — Galvanomètres astatiques à miroirs de Thomson. — Caisses de résistance. — Condensateurs, étalons, manipulateurs, commutateurs. — Etalons de résistances. — Galvanomètre des tangentes de Schwendler.

**1472. Paterson** (Edward), *Londres*, 76, *Little Britain, Aldersgate street*. — Appareil de MM. Ayrton et Perry pour mesurer les courants dynamo-électriques. — Photomètres.

**1473. Sabel** (Max), *Londres*, 2, *Coleman street Buildings*. — Papier et feuilles d'étain pur pour la fabrication des condensateurs.

**1474. Sabine** (Robert), *Londres* (*agent à Paris, J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*). — Galvanomètre astatique avec lampe et échelle. — Modification du pont de Wheatstone.

**1475. Thomson** (Sir William), *Glasgow-University*. — Electromètre absolu et électromètre à cadran (construits par White).

## GROUPE IV

### APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

#### TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**1476. Blakey Emmott** and **C°**, à *Halifax*. — Appareils télégraphiques à une aiguille. — Appareil télégraphique à sonnerie de Warburton et Crossley. — Sonneries d'appel. — Divers relais et autres appareils.

**1478. Bright** (E. B.), à *Londres*, 45, *Gerrard street*. — Divers appareils de télégraphie et leurs accessoires.

**1479. Elliott Brothers**, à *Londres*. *Agent à Paris, J. Aylmer, rue de Naples*, 4. — Manipulateurs et commutateurs pour la télégraphie.

**1480. Exchange Telegraph C° Limited**, à *Londres, E. C.*, 17 and 18, *Cornhill*. — Appareils télégraphiques imprimeurs et récepteurs pour les dépêches de bourse.

**1481. Foxcroft** (William Mortimer), à *Londres*, 54, *Compton street Clerkenwell*. — Boîtes pour appareils

télégraphiques à aiguille (modèle adopté par le gouvernement britannique et le Midland Railway). — Boites pour appareils de Block-system.

**1482**. **India Rubber Gutta-Percha and Telegraph Works C°, Limited**, à *Londres, Silvertown*. — Appareils pour le « block » system, appareils à aiguilles, à répétition. — Indicateur de train (système Walker) et autres instruments pour signaux de chemins de fer. — Appareils Morse, parleurs, manipulateurs, télégraphe A B C de Wheatstone. — Appareils télégraphiques à miroir.

**1483**. **Latimer Clark, Muirhead and C°**, *Londres*, à *Regency street*, 29, *Westminster* (*agent à Paris, J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*). — Appareils télégraphiques pour chemins de fer. — Appareils Morse, parleurs, relais. — Appareils duplex (système Muirhead et système Muirhead et Winter). — Appareil quadruplex. — Appareils de télégraphie sous-marin : galvanomètres, manipulateurs, commutateurs.

**1484**. **O'Lawlor** (Louis de B.), à *Londres*, 11, *Wharton Road, West Kensington Park*. — Avertisseur d'incendie basé sur les correspondances téléphoniques.

**1485**. **Paterson** (Édward), à *Londres*, 76, *Little Britain, Aldersgate street*. — Signaux électriques pour mines, hôtels et fabriques.

**1486**. **Reid** (Thomas), à *Dundee*, 68, *Saint-Andrews street*. — Avertisseur d'incendie pour maisons et navires.

**1487**. **Administration des télégraphes de la Grande-Bretagne** (Post-Office), à *Londres*. — Appareils divers employés par l'Administration Britannique. — Appareil parleur à inversion de courant. Le manipulateur émet des courants en sens inverse, selon qu'il est abaissé ou non, ces courants actionnent un relais polarisé, qui fait fonctionner un parleur disposé en circuit local. — Appareil automatique et à grande vitesse de Wheatstone transmettant 170 mots, et au delà par minute; la dépêche est préalablement perforée sur une bande de papier. — Relais pour l'appareil automatique et à grande vitesse de Wheatstone. Ce relais sert avec l'appareil Wheatstone pour la translation sur les longues lignes. Il est placé à une station intermédiaire entre les deux têtes de lignes. — Divers modèles de paratonnerres. — Commutateur Umschalter. — Appareil complet pour les essais de ligne. — Machine à numéroter les feuilles à dépêches. — Appareils modernes pour signaler la marche des trains (système Preece), adoptés par le chemin de fer « London and South Western » et autres. — Divers appareils pour le fonctionnement des tubes pneumatiques. — Cartouches ou boites à dépêches pour les tubes. — Echantillons des tubes. — Echantillon de tube après vingt-cinq ans de service. — Modèle des joints des tubes. — Vanne pneumatique à double action pour travail continu. — Vanne pneumatique à action simple pour travail intermittent. — Appareil du « block system » pour signaler le départ et l'arrivée des cartouches. — Indicateur pour station de tête de ligne, pour signaler automatiquement l'arrivée de la cartouche à la station d'arrivée. — Indicateur pour station intermédiaire. — Appareil automatique placé à une station intermédiaire d'un tube pneumatique. La durée de l'émission électrique peut être réglée à volonté au moyen de la vis de réglage qui agit comme régulateur pour l'admission de l'air au cylindre. — Perforateur pneumatique pour la préparation préalable des bandes pour l'appareil automatique de Wheatstone. — Indicateur du niveau d'eau dans un réservoir. — Le transmetteur envoie des courants renversés, selon que le flotteur monte ou descend par suite du changement du niveau d'eau. Le récepteur est actionné par une armature polarisée qui fait fonctionner l'un ou l'autre de deux mouvements d'échappement, selon que le transmetteur envoie des courants positifs ou négatifs. Montre (système Crookes) dont la marche régulière n'est pas influencée par le voisinage des électro-aimants.

**1488. Sabine** (Robert), à *Londres* (*agent à Paris, J. Aylmer, 4, rue de Naples*). — Appareils télégraphiques automatiques duplex et à grande vitesse de Wheatstone. — Manipulateurs, caisses de résistances, perforateurs et accessoires pour l'appareil automatique de Wheatstone.

**1489. Sax** (Julius), à *Londres*, 108, *Great Russell street, Bloomsbury*. — Sonneries électriques pour maisons, hôtels, bureaux, etc. — Indicateurs pour stations téléphoniques. — Indicateur de niveau d'eau pour réservoirs.

**1490. Saxby** et **Farmer,** à *Londres, Bruxelles et Creil*. — Appareils de sécurité et signaux pour chemins de fer. — Signaux télégraphiques (système des enclanchements réunis; brevet Hodgson).

**1491. Siemens brothers** and **C°, Limited**, à *Londres*. — Télégraphes. Signaux électriques pour chemins de fer.

— **S. Pagnoletti** (Ch. Ernest), à *Londres, the Poplars Aberdeen Place, Macda Will*. — Appareil électrique pour la manœuvre de signaux de chemin de fer. — Avertisseur électrique d'incendie.

CLASSE 7.

TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

**1492. Blakey Emmott** and **C°**, à *Halifax*.— Transmetteur téléphonique de Crossley. — Sonnerie magnéto-électrique pour ce téléphone.

**1493. Cooke** (Conrad-William), à *Londres, Victoria street*, 5, *Westminster chambers*. — Appel téléphonique (système Cooke).

**1494. Foxcroft** (William Mortimer), à *Londres*, 54, *Compton street, Clerkenwell*.— Boites pour les téléphones Gower-Bell (modèle adopté par le gouvernement Britannique).

**1495. The Gower-Bell Telephone C° Limited**, à *Londres*, 9, *Great Winchester street*. — Téléphones Gower-Bell articulant à haute voix (modèle adopté par l'administration des télégraphes du gouvernement Britannique).

**1496. Johnson** (Richard) and **nephew** à *Manchester, Bradford Iron works*. — Fil galvanisé spécial n° 11 pour téléphone, fil galvanisé d'une grande résistance à la traction, pour téléphone.

**1497. Latimer Clark, Muirhead** and C°, à *Londres, Regency street Westminster* (*agent à Paris J. Aylmer, 4, rue de Naples*). — Transmetteurs microphoniques, recepteurs téléphoniques (système Pony Crown). — Divers appareils pour services téléphoniques.

**1498. O'Lawlor** (Louis de B.), à *Londres*, 11, *Wharton Road, West Kensington Park*. — Dispositions téléphoniques en vue d'un usage public.— Système à l'aide duquel tous les téléphones étant embrochés sur un même circuit, deux postes quelconques peuvent entrer en correspondance secrète.

**1499. Paterson** (Edward), à *Londres*, 76, *Little Britain, Aldersgate street*. — Transmetteurs microphoniques. — Téléphones.— Installations téléphoniques complètes pour services publics et privés. S. 20.

**1500. The Scientific Toy C°**, à *Londres, Sun Works, Kirkwood Road, Peckham*. — Galvanophone ou chanteur électrique, reproduisant les sons musicaux ; ceux-ci sont très renforcés par l'appareil et produisent des effets très curieux.

**1501. Wollaston** (James), à *Londres*, 28, *Saint-Petersburg Place, Bayswater*. — Téléphones portatifs articulant à haute voix pour la marine et pour l'armée (modèle adopté par l'administration militaire du gouvernement Britannique).

CLASSE 8.

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

**1502. Anglo-American Brush Electric Light corporation Limited**, à *Londres*, 74, *Hatton garden*.— Régulateurs de lumière électrique (système Brush) ; lampes à incandescence (système Lane-Fox); appareils d'éclairage électrique.
B. C. s., B. C. e., S. 22.

**1503. Ayrton** (W.-E.) et **Perry** (J.), à *Londres*, 68, *Sloane street*.— Photomètre de dispersion servant à la

mesure de l'intensité des foyers de lumière électrique les plus intenses.

**1504. Bright** (E.B.), à *Londres*, 45, *Gerrard street*. — Divers appareils pour la lumière électrique.
S. 17., B. C. s.

**1505. British Electric Light C°**, à *Londres, Heddon street, Regent street*. — Divers types de lampes électriques. — Lampes à arc voltaïque, lampes à incandescence, lampes à incandescence et à haute résistance brûlant dans le vide. — Divers appareils employés pour le fonctionnement des lampes électriques.

**1506. Cohné** (Sigismond), à *Londres*. — Régulateur de lumière électrique. — Charbons pour lampes.

**1507. Crompton** (R.-E.) and **C°**, à *Londres, Mansion House Buildings*. — Lampes électriques, système Crompton. — Foyer et lampes à main pour usage dans les mines, système Swan. — Caisses de résistance.

**1508. Fahrig** (F.-E.), *Southampton*. — Charbon pur pour la lumière électrique, taillé mécaniquement ou à la main.

**1509. Fyfe** (James), *Londres*, 52, *Queen Victoria Street*. — Lampes à arc voltaïque de Pilsen (brevet Piette et Krizik) — Lampe à incandescence de Joel. — Machines dynamo-électriques de Schuckert et lampes à arc voltaïque pour locomotives.

**1510. Hedges** (*Killingworth*), à *Londres*, 25, *Queen Annes Gate, Westminster*. — Lampes électriques à 3 charbons (système Hedges) brûlant 16 heures; disposition différentielle pour brûler en série. — Lampe étoile à 2 charbons avec morceaux de chaux pour renforcer la lumière. — Commutateur ne donnant pas d'étincelles. — Avertisseur d'extinction de lumière. — Commutateur adopté dans les docks de Liverpool. — Photographies de l'installation de l'éclairage électrique dans les docks de Liverpool.

**1512. Latimer, Clark, Muirhead** and **C°**, à *Londres S. W.* 29, *Regency street Westminster*, (*agent à Paris, J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*). — Phare électrique à occultations et autres signaux. — Lampe électrique de Andrews. — Lampe électrique de Clutely à plateau, lampes électriques de Muirhead et de Werdermann, modèles de lustres et d'appliques.

**1513. The scientific Toy C°**, à *Londres, Sun Works, Kirkwood Road, Peckham*. — Lampe électrique miniature brûlant automatiquement pendant deux heures.

**1514. Siemens Brothers** and **C° Limited**, *Londres*. — Machines, lampes et appareils accessoires relatifs à l'éclairage électrique.

**1515. Swan** (J. W.) *Newcastle-on-Tyne*. — Lampe à incandescence. Le globe dans lequel le vide a été fait contient une fibre de carbone de forme circulaire destinée à être traversée par le courant électrique.
B. C. *e.*, S. D., S. 21.

## CLASSE 9.

### MOTEURS ÉLECTRIQUES, TRANSPORT DES FORCES.

**1516. British Electric Light** C°, *Londres, Heddon street, Regent street*. — Moteurs électriques et machines pour la transmission de la force au moyen de l'électricité. B. C. *s*.

**1517. Latimer Clark, Muirhead and C°**, *à Londres*, 29, *Regency street, Westminster* (*agent à Paris, J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*). — Grue électrique du docteur Hopkinson.

## CLASSE 10.

### ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

**1518. Garratt** (B. C.), *Londres*, 16, *Finsbury Square*. — Instruments de thérapeutique fondés sur le magnétisme.

**1519. Pulvermacher** (J. L.) *Londres*, 194, *Regent street*. — Pile médicale à chaine et à haute tension avec éléments renouvelables. — Bande électroscopique à chaine. — Diverses formes d'électrodes.

**1520. Rudge** (J. A.), *Bath*, 1, *New Bond street Place*. — Brosse magnéto-électrique rotative pour l'usage médical; le frottement sur la peau produit le courant. Pompe à air électro-magnétique.

## CLASSE 11.

### ÉLECTRO-CHIMIE.

**1521. Anglo-American Brush Electric Light corporation** (Limited) *Londres*, 74, *Hatton garden.* —Machine dynamo-électrique pour la galvanoplastie. B. C. *e.*

**1522. Sabine** (Robert), *Londres* (*Agent à Paris. J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*).—Appareil pour étudier les mouvements produits sur les surfaces du mercure par l'action électrochimique.

## CLASSE 12.

### INSTRUMENTS DE PRÉCISION ÉLECTRO-AIMANTS ET AIMANTS BOUSSOLES, HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1523. Ayrton** (W. E.) and **Perry** (J.), 68, *Sloane street.* — Appareil pour mesurer l'intermittence ou les variations rapides des courants produits par les machines dynamo ou magnéto-électriques.

**1524. Cooke** (Conrad-William), *Londres, Victoria street* 5, *Westminster chambers.* — Galvanomètre servant à mettre en évidence le courant qui traverse l'intérieur d'un élément pile (système Cooke).

**1525. Henley** (W. T.) *Londres E.C. Drapers Gardens.* — Aimant.

**1526. The Scientific Toy C°**, *Londres, Sun Works, Kirkwood Road, Peckham.*—Bobines, électro-aimants et divers autres organes pour la construction des appareils électriques simples.

**1527. Thomson** (Sir William) *Glasgow University.* — Boussole de marine perfectionnée, avec miroir azimutal solaire et stellaire, avec habitacle contenant des tables de correction pour les diverses erreurs.

**1528. Whitley** (John) and **C°** *Londres*, 7, *Poultry; et à Paris*, 8, *place Vendôme.* — Pendule électrique.

## CLASSE 13.

### APPAREILS DIVERS.

**1529. Bright** (E.B.) *Londres*, 45, *Gerrard Street.* — Avertisseur d'incendie employé à Londres et à Liverpool. — Appareil pour désélectriser la laine, le crin, la soie, etc., pendant leur préparation dans les ateliers.

**1530. India Rubber Gutta Percha and Telegraph Works C°, Limited**, *Londres, Silvertown.* — Appareils pour l'explosion des torpilles. — Appareils de sûreté pour les fenêtres. — Anémomètre de Hall pour les mines; indicateur du niveau de l'eau.

**1531. Latimer Clark Muirhead and C°.** *Londres, Regency street, Westminster* (*agent à Paris, J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*). — Indicateur électrique de grisou (système Liveing).

**1532. Sabine** (Robert). *Londres*, (*Agent à Paris. J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*).—Appareil pour démontrer les ondes électriques dans les câbles. —Appareil pour mesurer électriquement les plus petits intervalles de temps. — Commutateur pour 4 circuits.

— **The Dowson Economic Gas Company Limited.** *Londres*, 3, *Great Queen St. Westminster.* — Appareil pour produire à bon marché le gaz, pour les moteurs à gaz qui actionnent les machines dynamo-électriques.

**1533. The Scientific Toy C°.** *Londres. Sun Works, Kirkwood Road. Peckham.*—Caisses d'appareils électriques pour expériences récréatives. Jouets électriques, etc.

**1534. Webb** (Browne Wolsey), *Londres N. W*, 22, *Harrington Square.* — Spécimens d'un contrôleur électrique et automatique enregistrant chaque somme reçue par les Caissiers, et prévenant toute fraude; Disposés pour francs et centimes, dollars et cents, livres sterling et shillings.

**1535. Ayrton** (W.) and **Perry** (J.), *Londres*, 68, *Sloane street.* — Appareil pour mesurer l'énergie dans une lampe électrique ou dans un moteur électrique.

## GROUPE V
### MÉCANIQUE GÉNÉRALE
### CLASSE 14.

GÉNÉRATEURS, MOTEURS A VAPEUR, A GAZ ET HYDRAULIQUES, ET TRANSMISSIONS APPLICABLES AUX INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

**1536. Ayrton** (W.) and **Perry** (J.), *Londres*, 68, *Sloane street.*—Dynamomètre destiné à mesurer en force de chevaux-vapeur le travail des machines servant à la production de la lumière électrique.

**1537. Brotherhood** (Peter) à *Londres*, (*agent à Paris, H. Chapman*, 10, *rue Laffitte*). — Machine à 3 cylindres commandant deux générateurs Gramme C. T. Machine à 3 cylindres commandant un générateur Brush, type n° 5. Machine à 3 cylindres commandant deux générateurs Siemens, type D.

**1538. Crompton R. E.** and **C°**, *Londres, Mansion House buildings.* — Machine à vapeur système Compound de 14 chevaux de force. B. C. s.

**1540. Ransomes, Head & Jefferies**, *Orwell Works Ipswich et Londres*, 9, *Gracechurch Street.* — Machine à vapeur mi-fixe de 10 chevaux de force. Cette machine est du même type que celle qui sert pour l'éclairage électrique sur les Thames-Embarkment, à Londres. — Machine à vapeur verticale, type H (6 chevaux de force), avec régulateur à détente automatique. Cette machine est du type employé sur les bateaux à vapeur. B. C. s.

**1541. Robey** and **C°**, *Lincoln.*— Moteurs demi-fixes et locomobiles (système Robey), avec régulateur équilibré : un de 40 chevaux normaux ou de 60 chevaux effectifs ; un de 25 normaux et de 37 effectifs; un de 20 normaux et 30 effectifs; un de 16 normaux et 24 effectifs ; un de 12 normaux et 18 effectifs; un de la même force; un de 14 normaux et 21 effectifs. B. C. s.

**1542. Smith** (Frederick J.) à *Taunton.* — Un modèle de dynamomètre pour montrer et enregistrer le travail produit à tout instant par les machines dynamo-électriques et par d'autres machines.

**1543. Thomson Sterne** and **C° Limited,** *Glasgow et Londres*, 10. *Victoria Chambres.* — Moteur à gaz (système Clerk). Cette machine est particulièrement applicable à la commande des appareils dynamo-électriques. B. C. s.

**1544. Wallis and Steevens,** *Basingstoke — North Hants Iron Works.* — Moteur à vapeur demi-fixe muni d'un régulateur d'un nouveau système permettant de varier et de fixer la vitesse à volonté pendant la marche.

## GROUPE VI
### BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE
### CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC., ETC.

**1545. Cassell, Petter, Galpin** and **C°**, *Londres, E.C.* «*La Belle Sauvage*», *Yard, Ludgate Hill.*—Science for all, volumes I, II et III et livraisons mensuelles 37 à 41. S. 20.

**1546. Emmott** (William Thomas), *Manchester*, 14, *St. Ann's square.* — Collection du journal *Design and Works.* S. 20.

**1547. Clark** (Latimer) *Londres*, 6 *Westminster Chambers Victoria street.* — Collection bibliographique d'ouvrages concernant la science et l'industrie électriques. S. 20.

**1548. Macmillan** and **C°**. *Londres*, 29 *et* 30, *Bedford street, Covent Garden.*—Livres traitant de l'électricité. S. 20.

**1549. Newall** (R. S.) *and C°*, *Londres*, 130, *Strand.* — Livres et brochures. S. 20.

**1550. Society of Telegraph Engineers and Electricians,** *Londres ;* secrétaire pour la France, *J. Aylmer*, 4, *rue de Naples*, à *Paris.* — Catalogue de livres rares traitant de l'électricité, du magnétisme et de la télégraphie qui forment la collection léguée à la Société par M. Ronalds. S. 20.

### CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1551. Cooke** (Conrad William). Lon-

*dres*, 5, *Westminster chambers*, *Victoria street*. — Échantillons d'instruments télégraphiques anciens. — Relais polarisé de Wheatstone. — Anciens manipulateurs pour signaux télégraphiques. — Boussole ancienne chinoise. — Boussole anglaise ancienne. S. 18.

**1552. King's College** (l'administration de). *Londres*. — Instruments ayant appartenu à feu sir Charles Wheatstone et lui ayant servi dans ses expériences sur l'électricité.

Le premier rhéostat de Wheatstone. — Aiguille pour indiquer si un conducteur est au centre de son isolant. — Rhéostat donné par Faraday à Wheatstone. — Le premier *pont* construit par Wheatstone. — Deux autres ponts plus simples que le précédent.

Le premier perforateur fait par Wheatstone avec touches d'ivoire. — Un perforateur de construction plus récente.

Une collection de 13 appareils télégraphiques électro-magnétiques et à cadran, système Wheatstone. — Thermomètre électrique, boîte en cuivre. — Indicateur électrique d'incendie, à mercure. — Télégraphe imprimant une double rangée de points sur une bande. — Télégraphe imprimant une double rangée de points sur une bande métallique. — Télégraphe à six électro-aimants imprimant une double rangée de points. — Récepteur télégraphique alphabétique avec cadran à mouvement rotatif. — Sonnerie d'appel. — Récepteur télégraphique alphabétique et avec aiguille, cadran en mica. — Récepteur alphabétique (caisse noire). — Chronographe complet. — Premier relais de Wheatstone. — Relais dans une caisse. — Premier manipulateur à inversion de courant — Trois autres manipulateurs. — Manipulateur inverseur à disposition automatique pour faire des émissions très rapides. — Transmetteur rapide de points et de traits. — Premier miroir rotatif de Wheatstone avec appareil à étincelle. — Transmetteur alphabétique à touches d'ivoire. — Récepteur (original) du télégraphe Wheatstone à cinq aiguilles, avec manipulateur. — D bes pour produire l'électr frottement (frottement de sur le globe). — Globe verti produire l'électricité par fr — Globe vertical pour proc lectricité par frottement, av teurs et une poulie (date — Deux voltamètres électr Wheatstone. — Première dynamo-électrique de Wh — Trois moteurs électro-ques. — Phantiscope électr Appareil télégraphique à u aiguille (date 1846). — De ginaux par Wheatstone de s de fabrication et de pose câble sous-marin à établir France et l'Angleterre (Do Calais). — Vieux modèle de Wheatstone divisé. — Élém de Grove. — Pile à eau. — phe imprimeur. — Vieux de ligne télégraphique so pour chemin de fer.

**1553. Administration des phes de la Grande-B** (Post-Office), à *Londres*.— télégraphiques d'intérêt his

1. 1816. — Télégraphe é à deux cadrans de Ronalds; était désignée par une petit moelle de sureau repoussé courant provenant de la d'une bouteille de Leyde.

2. 1837. — Première li graphique souterraine p Cooke et Wheatstone entre Camden.

3. 1837. — Télégraph aiguilles de Cooke et W connu sous le nom de « H télégraph » il a fonction Paddington et West Drayto

4. 1838.—Télégraphe à guilles de Cooke et Wheatst sur la suppression des let *j*. *u*. et *z*. peu usitées dans anglaise (a été employé su de chemin de fer de L Blackwall, en 1840).

5. 1842. Télégraphe à guilles de Cooke et Wheats appareil est prêté par MM. R il a fonctionné à Slough en

6. 1850. — Appareil à guilles de Cooke et Wheats

briqué pour le service de la Chambre des communes.

7. 1852. — Forme moderne d'un appareil à deux aiguilles (combiné par MM. Edwin et Latimer Clark) dont on se sert encore sur quelques lignes de chemin de fer.

8. 1846. — Appareil à une seule aiguille de Cooke et Wheatstone.

9. 1869. — Forme moderne d'un appareil à simple aiguille fonctionnant avec l'alphabet Morse de la confédération germanique.

10. 1843. — Télégraphe de Bain; l'alphabet est fourni par le mouvement de deux styles.

11. 1846. — Télégraphe à feuille d'or de Highton. Une petite feuille d'or se déplace à droite ou à gauche suivant le sens du courant, les combinaisons de ces mouvements forment l'alphabet.

12. 1848. — Télégraphe à aiguille de Highton, employé par « the British and Irish Magnetic Telegraph C°. »

13. 1852. — Autre petit télégraphe à aiguille de Highton.

14. 1848. — Appareil magnéto-électrique de Henley à deux aiguilles employé par « the British and Irish Magnetic Telegraph C°. »

15. 1848. — Appareil magnéto-électrique de Henley à une aiguille employé par « the British and Irish magnetic Telegraph C°. »

16. Séries de bobines et d'aiguilles employées avec l'appareil à aiguille de Cooke et Wheatstone.— *a.* 1846. — Forme primitive avec longues bobines et aiguilles à aimantées. — *b.* 1848. — Petite aiguille de Holmes permettant un travail beaucoup plus rapide. — *c.* 1851. — Aiguille de Clark. — *d.* 1866. — Aiguille induite de Varley. — *e.* Aiguille de Brittan indémagnétisable. — *f.* Aiguille induite de Spagnoletti.

17. 1880. — Parleur à membrane métallique destinée à convertir un télégraphe optique en un télégraphe acoustique.

18. 1878. — Cadran acoustique de Neale.

19. 1855. — Sonnerie à relais de Bright employée par « the British and Irish Magnetic Telegraph C°. » L'alphabet est formé par les sons différents de deux timbres dont les marteaux sont actionnés par des électro-aimants.

20. 1840. — Appareil alphabétique et à cadran de Cooke et Wheatstone.

21. 1840. — Appareil différent du précédent par l'usage d'une aiguille.

22. 1858. — Forme moderne de l'appareil alphabétique.

23. Collections de manipulateurs : *a.* 1852. — Manipulateur à simple ressort employé avec le télégraphe chimique de Bain. — *b.* 1854. — Manipulateur pour envoyer un courant renversé après chaque émission principale. — *c.* 1854. — Manipulateur à roue de Varley. — *d.* 1870. — Manipulateur de Stroh.

24. Collection de relais : *a.* Relais d'Andrews (1868). — *b.* Relais de Whitehouse, (1858).— *c.* Relais horizontal de Varley (1856). — *d.* Relais de Stroh (1870). — *e.* Relais à noyau de fer doux. — *f.* Relais vertical de Varley. — *g.* Relais duplex de Preece (1855).

25. (1850) Télégraphe chimique de Bain.

26. (1846) Machine magnéto-électrique « Thunder-pump ».

27. (1846) Sonnerie d'appel à marteau excentrique.

28. Divers échantillons de joints pour les fils de fer de ligne télégraphique :

Joint de Cooke et Wheatstone (1841).

Joint de Reid (1844).

Joint de Clark dit « Britannia joint. » (1851).

29. 1843. — Modèle ancien de caisse de résistance pour essais électriques.

30. Appareils pour signaler la marche des trains sur les chemins de fer.

1845. — Premier modèle d'appareil pour contrôler la marche des trains, inventé par Cooke et ayant servi sur le chemin de fer de Norfolk.

1854. — Appareil pour le « block system », modèle Clark, adopté par le chemin de fer London and North Western.

1862. — Appareil à signal séma-

phorique de Preece, modèle adopté par le chemin de fer London and South Western.

31. Collection de paratonnerres de divers modèles dont on s'est servi sur les lignes Anglaises à diverses époques.

32. Diverses formes d'isolateurs employés sur les lignes Anglaises.

S. 18.

**1554. Royal Institution of Great Britain**, à *Londres*. — Collection d'appareils historiques relatifs à l'électricité.

Appareils originaux dont s'est servi Faraday pour ses expériences sur l'électricité.

1. —Aimant formé par la décharge électrique d'une surface de 70 pieds carrés (14 novembre 1870).

2. —Appareil original avec lequel Faraday a obtenu la première étincelle électro-magnétique.—(1831).

3.—Appareil original de Faraday pour produire l'induction magnéto-électrique au moyen d'un aimant permanent. — (1831).

4. — Des hélices et autre soires dont Faraday s'est ser ses expériences sur l'inducti

5. Divers appareils dont l se servait pour opérer la sation et la liquéfaction d —(1845).

6. — Tiges en verre fai Faraday pour servir à ses expé sur l'action des aimants lumière polarisée.

7. Tubes en verre constru Faraday pour démontrer la magnétique ou diamagnéti gaz. — 1850).

8. — Rectangle rotatif de l servant à constater l'effet in de la terre. — (1854).

**1555. Submarine Telegrap pany**, à *Londres*, 2, *Thro avenue*, *et à Paris*, 45, *rue C* — Echantillons du premie sans armature, isolé de gu cha, posé entre Douvres e en 1851. — Premier câble a mature posé entre Douvres tende en 1857.

# HONGRIE (ROYAUME DE)

## GROUPE III

ÉLECTROMÉTRIE

### CLASSE 5.

APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

**558. Dr Fröhlich** (J.), à *Budapest, Universié*. — Electro-dynamomètre sphérique et astatique. S. 20.

### CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANT ET AIMANTS, BOUSSOLE, HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1564. Antolik** (Charles), à *Arad* (Hongrie). Diagrammes d'étincelles électriques. S. 22.

# ITALIE (ROYAUME D')

NOTA. Tous les appareils du royaume d'Italie se trouvent dans la nef, sauf ceux de la
qui sont placés dans la salle 18 du musée rétrospectif.

## GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

### CLASSE 1.

ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

**1565. Fautrier** (Pierre), ingénieur, *Venise*. — Electro-moteur du type Holtz avec un nouveau système pour la suspension des disques, construit en métal, ébonite et verre, avec deux condensateurs indépendants, pouvant fonctionner avec les conducteurs horizontaux, verticaux ou inclinés. Longueur de l'étincelle : m. 0,25.

**1566. Fornioni** (Celso), *Milan*. — Machine électrique à bandes de papier.

### CLASSE 2.

PILES ET ACCESSOIRES.

**1567. Arrighini** (Ange), mécanicien, *Milan*. — Pile Grenet.

**1568. Cadenazzi** (Anselme), fabricant de verreries, *Mantoue*. — Verres pour pile.

**1569. Ginori** (Manufacture), *Doccia, près de Florence*. — Petits vases pour piles.

**1570. Mugna** (Jean), ingénieur professeur de physique à l'Institut R. technique, *Forli*. — Nouvelle pile électrique.

**1571. Pacinotti** (Antoine), professeur de physique à l'Université, de *Cagliari*. — Disques et couples pour la production de l'électricité par frottement moléculaire.

**1572. Ponci** (Louis), professeur, directeur de l'Institut technique, à *Côme*. — Pile électrique à colonne et à circulation liquide. — Cou
trique pour télégraphe et
ries. — Pile électrique.

**1573. Riatti** (Vincent), prof
l'Institut R. technique, *F*
Huit éléments d'une pile no
courant constant sans dép
tion.

**1574. Richard** (Société céra
*Milan*. — Petits vases pour

### CLASSE 3.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQ
ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

**1575. Arrighini** (Ange), méca
*Milan*. — Machine d'inducti

**1576. Donaggio**, professeur
da). *Bénévent*. — Interrupteu
lateur électro-magnétique fo
nant par l'action répulsive de
homonymes. — Le même in
teur-régulateur transformé
chine d'induction électro-
tique avec pile au bichroma

**1577. Golfarelli** (Innocent),
seur, directeur de l'établis
Galileo, *Florence*. — Mach
namo-électrique.

**1578. Pacinotti** (Antoine),
seur de physique à l'Univ
*Cagliari*. — Petite machine é
magnétique à *électro-aimant*
*versal* en forme d'anneau (ex
en 1860, décrite et publiée en
— Petit appareil magnéto-éle
à électro-aimant transversal à
— Machine magnéto-électriqu
volant électro-magnétique
versal.

1579. **Scarpa** (Joseph) et **Baldo** (Léandre). *Trevise.* — Bobine d'induction modifiée.

## GROUPE II

### TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 4.

#### CABLES, FILS ET ACCESSOIRES, PARATONNERRES.

1580. **Battocchi** (Jean-Baptiste), mécanicien, *Vérone.* — Groupe de six pointes en cuivre pur nikelées. — Barre de fer creuse en trois parties ayant en tout une longueur de 6 mètres. — Tourelle en tuf avec couverture en pierre. — Conducteur en cuivre pur à 5 fils. — Disque déchargeur en cuivre. — Isolateur en porcelaine avec supports en fer. — Tuile avec saillies pour y fixer les supports des isolateurs.

1581. **Brignola** (Joseph), mécanicien des chemins de fer romains, *Naples.* — Paratonnerre.

1582. **Castelli** (Basile), *Provezze (Brescia).* Interrupteur-déchargeur pour câbles télégraphiques : trois modèles divers.

1583. **Fautrier** (Pierre) ingénieur, *Venise.* — Interrupteur pour les câbles des lignes télégraphiques (système Richter). — Paratonnerre pour poteaux télégraphiques (système Richter).

1584. **Ginori** (Manufacture), *Doccia, près de Florence.* — Collection d'isolateurs et d'autres objets en porcelaine à l'usage de la télégraphie.

1585. **Manni** (François), *Dubino (Sondrio).* — Quatre morceaux de fil de fer galvanisé (nos 6-8-11-15) pour la télégraphie, soudés par un nouveau procédé. — Ce procédé de soudure offre l'avantage d'augmenter la résistance des fils à la rupture en diminuant leur résistance électrique.

1586. **Richard** (Société céramique), *Milan.* — Isolateurs.

## GROUPE III

### ÉLECTROMÉTRIE

—

### CLASSE 5.

#### APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

1587. **Bandieri** (Joseph), préparateur mécanicien de l'Université de *Naples.* — Électromètre de M. le Prof. Palmieri. — Cet instrument très sensible se prête également bien à toutes les recherches relatives à l'électricité.

1588. **Golfarelli** (Innocent), professeur, directeur de l'établissement Galileo. *Florence.* — Rhéostat de Siemens. — Électromètre de Thomson. — Voltamètre de Poggendorff, modifié. — Galvanomètres de Weber, de Magnus, de Wiedemann, et de Golfarelli.

1589. **Pierucci** (Mariano), ingénieur mécanicien constructeur, *Pise.* — Interrupteur galvanique de M. le Prof. Félici, destiné à fermer ou à interrompre un circuit électrique pendant un intervalle de temps très court, mais exactement appréciable. — Appareil pour la graduation du galvanomètre, applicable à l'appareil de Melloni pour la chaleur rayonnante.

## GROUPE IV

### APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

#### TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

1590. **Bruné** (Edmond), *Ferrare.* — Appareil électro-magnétique de son invention, applicable aux sonneries et au service télégraphique (avec dessin).

1591. **Cardarelli** (Fidèle), ingénieur de l'administration des télégraphes de l'État. *Florence.* — Manipulateur spécial pour les câbles sous-marins et pour les lignes télégraphiques aériennes. — Table pour faciliter le calcul de quelques formules électriques.

**1592. Caselli** (Jean), professeur à *Sienne*. — Nouveau pantélégraphe Caselli.

**1593. Castelli** (Basile), *Provezze* (*Brescia*). — Manipulateur spécial, système Castelli, pour la transmission télégraphique simultanée, en sens contraire, sur un seul fil. — Manipulateur neutralisateur.

**1594. Gerosa** (Edouard et Emile), *Milan*. — Groupe complet d'appareils télégraphiques employés par l'administration italienne des télégraphes. — Id. id. : employés par l'administration française.

**1595. Golfarelli** (Innocent), professeur, directeur de l'établissement Galileo. *Florence*. — Appareil Morse avec accessoires. — Déchargeur télégraphique Golfarelli. — Transmetteur télégraphique Castelli. — Deux grands appareils télégraphiques automatiques imprimeurs de M. Roos. (Voir ces appareils dans le matériel exposé par la direction des télégraphes français.)

**1596. Siccardi** (comte Emile), *Turin*. — Nouveau manipulateur semi-automatique pour employer l'appareil Morse dans la télégraphie. — Nouveau manipulateur pour la télégraphie sous-marine à grandes distances, en y employant les appareils de S. W. Thomson, le *Miroir* et le *syphon-Recorder*.

**1597. Sommati di Mombello** (Jules), employé à la Direction générale des Télégraphes. *Rome*. — Transmetteur de décharge du système Morse pour câbles sous-marins et longues lignes aériennes.

## CLASSE 7.

### TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

**1598. De Rossi** (Michel-Etienne), professeur, à *Rome*. — Protosismographe, microsismographe et microphone sismique.

**1599. Fautrier** (Pierre), ingénieur, à *Venise*.—Nouveau système de téléphone.

**1600. Fornioni** (Celse), à *Milan*. — Photo-télégraphe.

**1601. Goïran** (A.), professeur de physique au lycée royal de [...] — Microsismographe à indi[...] continues.

**1602. Marcucci** (Dominique) [...] *vourne*. — Couple téléph[...] avec avertisseur à sonneri[...] tionnant à l'aide des coura[...] duits par l'aimant même d[...] phone.

**1603. Mugna** (Jean), ingénie[...] fesseur de physique à l'Ins[...] Technique, à *Forli*. — Appa[...] crophonique pour étudier et [...] les tremblements de terre.

**1604. Nigra** (Joseph), à *Tu*[...] Nouveau téléphone Nigra, fo[...] nant sans pile, avec plusieur[...] cations.

**1605. Racagni** (Charles-Féli[...] nel et **Guglielmini** (Emile-A[...] *Vérone*. — Télégraphe, téléph[...] campagne et application d[...] phone à la télégraphie.

## CLASSE 8.

### LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

**1606. Golfarelli** (Innocent), [...] seur, directeur de l'établis[...] Galileo, à *Florence*. — Trois [...] les de lampe électrique.

**1607. Turchini** (Raphaël), [...] *rence*. — Appareil régulate[...] la lumière électrique.

## CLASSE 10.

### ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

**1608. Arrighini** (Ange), m[...] cien, à *Milan*. — Pile électr[...] courant continu pour l'élec[...] médicale.

**1609. Barzanò** (Louis), chiru[...] inventeur, et **Baldinelli** ([...] nand), constructeur, à *Milan*.[...] terie galvanique.

**1610. Caselli** (Azzio), profess[...] *Reggio* (*Emilia*).—Trachéoton[...] vano-caustique.

**1611. De Renzi** (Henri), profe[...] à *Gênes*. — Tableaux graphiq[...] latifs à l'application de l'élect[...] rapie au traitement de la fièv[...] ludéenne.

**1612. Labus** (Charles), mé[...]

inventeur, et **Baldinelli** (Ferdinand), constructeur, à *Milan*. — Mannequin pour les exercitations laryngoscopiques.

**1613**. **Mucci** (Dominique), médecin à *Cortemaggiore* (*Plaisance*). — Étui en peau contenant un appareil galvano-caustique. — Voltamètre médical. — Planche représentant des varices guéries par l'électricité.

**1614**. **Rossetti** (François), directeur de l'Institut de physique de l'Université Royale de *Padoue*. — Couples thermo-électriques pour la détermination de la température superficielle des différentes parties d'un corps (à l'usage des médecins et des physiologistes). [1867].

**1615**. **Schivardi** (Plinius), médecin, inventeur, et **Baldinelli** (Ferdinand), constructeur, à *Milan*. — Grand appareil Volta-Faradique. — Galvanomètre type.

## CLASSE 11.

### ÉLECTRO-CHIMIE.

**1616**. **Antonini** (Daniel-Ange), *Bologne*. — Reproductions galvanoplastiques en cuivre. — Sainte-Cécile; bas-relief d'après Donatello. — Antinoüs; buste antique.

**1617**. **Etablissement de l'Etat pour la fabrication des cartes-valeurs**, *Turin*. — Reproduction en cuivre (galvanoplastie) du diplôme de président honoraire, présenté par le club Alpin italien à S. M. Victor Emmanuel II.

Reproduction en cuivre (galvanoplastie) du diplôme présenté par le club Alpin italien à S. M. Humbert I^er^.

**1618**. **Institut Royal topographique militaire**, *Florence*. — Relief du mont Etna en galvanoplastie.— Relief du mont Vésuve en galvanoplastie. — Huit gravures photographiques sur cuivre de planches topographiques. — Deux gravures photographiques de reproductions artistiques.

**1619**. **Joli** (Benoît), *Rome*.— Reproduction en galvanoplastie de médailles antiques.

**1620**. **Movio** (Latino), *Milan*: 1°. Pot à l'eau avec cuvette et autres objets en fer ciselé. — 2. Poinçon en acier obtenu par la galvanoplastie.

## CLASSE 12.

### INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANTS ET AIMANTS, BOUSSOLE, HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1621**. **Cavignato** (Joseph), mécanicien de l'observatoire astronomique. *Padoue*.— Chronographe électrique de Fuess, de Berlin, modifié par l'exposant, de façon à recevoir trois séries de signaux indépendants au lieu de deux, avec addition d'une troisième pointe écrivante.

**1622**. **Cecchi** (le père Philippe), directeur de l'observatoire Ximenien. *Florence*. — Electro-aimant rectiligne ayant deux grosses masses polaires et une seule bobine entre ces masses. Le contact est appliqué parallèlement à l'axe de l'électro-aimant. — Système électro-magnétique Cecchi avec électro-aimant cylindrique, pouvant tourner librement dans sa bobine, et fonctionnant comme contact.

**1623**. **Erede** (Joseph), professeur directeur de l'Institut technique à *Florence*. — Théodolite avec application de l'électricité pour enregistrer les angles.

**1624**. **Ganelli** (Ernest), *Crémone*.— Montre à contact électrique. — Pendule avec réveil à contact électrique. — Pendule avec réveil électrique.

**1625**. **Gerosa** (Edouard et Emile), *Milan*. — Horloges électriques et appareils divers.

**1626**. **Golfarelli** (Innocent), professeur directeur de l'établissement Galileo, *Florence*. — Chronoscope de Hipp et Wheatstone. — Horloge électrique sans engrenages.

**1627**. **Suter** (Jacques), *Catane*. — Horloge régulateur de précision à moteur électrique avec compteur électrique.

## CLASSE 13.

### APPAREILS DIVERS.

**1628**. **Cabinet de physique de l'Université** de Naples. — Bato-

rhéomètre du professeur Julien Giordano, ou Sphéromètre à contact électrique pour mesurer les petites épaisseurs.—Explorateur thermo-électrique pour l'étude de la conductibilité thermique des corps cristallisés.

**1629. Cabinet de physique de l'Université** de *Turin.* — Quelques instruments qui ont servi à des recherches électrostatiques de M. le professeur Govi. — Conducteur cylindrique vertical isolé en trois parties, dont on peut enlever celle du milieu, pour démontrer toutes les propositions relatives à l'induction électrostatique. — Deux électroscopes destinés à montrer la distribution de l'action électrique dans les bons et dans les mauvais conducteurs.—Bouteilles de Leyde à col capillaire pour étudier le changement de niveau des liquides contenus dans ces bouteilles quand on les charge.

**1630. Golfarelli** (Innocent), professeur, directeur de l'établissement Galileo, *Florence.* — Grand hydrométrographe Golfarelli. — Machine sténographique Lamonica.

**1631. Manuelli** (Jacques), professeur de physique au Lycée et à l'Institut technique de *Reggio* (*Emilia*). — Contrôleur électrique indiquant le moment précis de l'accomplissement d'un certain travail ; l'enregistrement a lieu par un nouveau procédé électro-magnétique, sans y employer de papier.

**1532. Rossetti** (François), directeur de l'Institut de physique de l'Université Royale de *Padoue.* — Appareil Rossetti pour obtenir les images électriques lumineuses au moyen des décharges de la machine de Holtz ou des bobines de Ruhmkorff (1872). — Appareils qui ont servi à M. Rossetti pour déterminer la quantité de travail utilisé par les électro-moteurs de Holtz et pour établir les lois des courants qu'ils produisent (1874).

## GROUPE VI

BIBLIOGRAPHIE, HISTOI

—

### CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D
CONCERNANT LA SCIENCE ET L'
ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES,

Il sera publié à part un Cata
la collection bibliographique
par l'Italie.

### CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'
CONCERNANT LES ÉTUDES PRIM
LES APPLICATIONS LES PLUS ANC
L'ÉLECTRICITÉ.

**1633. Cabinet de physi**
**Musée** de *Florence*, ins
de **Nobili**. — (*a*). Pla
lorées par les procédés
métallochromie. — Appar
mersion. — Appareil pour
rants croisés. — Rosace co
plaque métallique. — (*b*).
électricité. — Pile à c
pile en boîte, pile à lun
à miroir, pile à rayons, p
thermoscope, pile linéai
mouvement micrométrique
Electro-magnétisme, globe
magnétique. — (*d*). Induc
Appareil à l'aide duquel a
nue la première étincelle.
tro-aimants à double effet.

**1634. Cabinet des anciens**
**ments d'astronomie et de**
**que du musée** de *Florence*
truments de Galilée et de l'A
du Cimento.—Pierre d'aima
par Galilée en 1607. — Pi
mant de l'Académie du Cin
Instruments de Nobili. —
mètre comparable. — Magn
à deux aiguilles astatique
premier galvanomètre à
astatiques présenté par No
Société italienne en 1826.—
pour montrer la répulsion
cent les unes sur les au
parties successives d'un mê
rant. — Echelle chromatiq
nue par les procédés de la
chromie. — Pile thermo-él

zinc-cuivre. — Neuf tubes de différentes substances pour en étudier l'influence sur l'aimantation galvanique du fer doux. — Photographies. — Machine électrique à cylindre de velours. — Gros aimant naturel armé, du poids de 2000 kilogr. environ. — Autre aimant de forme sphérique du poids de 651 kil.

1635. **Cabinet de physique de l'Université** de *Gênes*. — Appareils du professeur M. A. Bancalari, pour les expériences sur le diamagnétisme des gaz.

1636. **Institut** de *Milan*. — Reproductions photographiques des instruments qui ont servi aux recherches de Volta sur l'électricité, disposés suivant l'ordre chronologique des recherches pour lesquelles ils ont été employés. — Machine électrique montée sur des supports en bois grillé ou roussi (1771). — Machine électrique de Nairne avec conducteurs de petit diamètre d'après les idées de Volta (1778). — Deux batteries de Leyde, dont les jarres ont les parois très minces. — Bouteilles de Leyde de poche d'après Cavallo. — Deux autres batteries à parois très minces dont l'une de 16 jarres, l'autre de 12, plus petites. — Jarre dont l'armure extérieure est en plusieurs parties séparées. Le conducteur de l'armure intérieure se termine en plateau. — Jarres dont les armures extérieures et intérieures se composent de parties de diverses grandeurs, les extérieures isolées, les intérieures communiquant entre elles. — Cylindre en verre couvert de cire à cacheter sur la moitié de sa longueur, et muni de bouts en cuivre. — Electrophore avec gâteau de cire à cacheter fort mince (1775). — Electrophore dont le gateau est fait avec trois parties de térébenthine, deux de colophane et une de cire, avec un peu de minium (1775). — Electrophore portatif dont l'étui contient de petites bouteilles de Leyde que l'on peut charger avec l'électrophore. — Pistolets de Volta. Celui en cuivre est de la première forme, l'autre, en verre, de la dernière (1776). — Lampe à hydrogène qu'on allume avec l'électrophore (1777). — Eudiomètre (1777). — Appareil destiné à l'étude des atmosphères électriques. — Système isolé de conducteurs et de demi-conducteurs pour y étudier la distribution de l'électricité. — Appareils pour l'étude de la capacité des conducteurs. — Instruments pour étudier la loi suivant laquelle les actions électriques varient avec la distance. — Condensateurs dont les disques ont été vernis avec différentes substances (1780-1781). — Condensateur destiné à la démonstration de l'électricité développée par l'évaporation. — Electromètres de Henley, de Bennet et de Cavallo rendus comparables. — Appareil ayant servi à Volta pour recueillir et rendre sensibles les moindres traces d'électricité. — Micro-électroscope (1780). — Electromètre à pailles (1786). — Verre ayant servi à Volta pour obtenir l'électricité développée par les actions chimiques. — Spintéromètre ayant servi à rendre comparables les électromètres. — Electromètre atmosphérique portatif. — Balance électrique pour l'étude de la variation des actions électriques avec la distance. — Mortier électrique en cire, modelé par Volta lui-même. — Appareil pour expliquer la formation de la grêle. — Accessoires pour obtenir la lumière électrique dans le vide. — Dévidoir électrique pour montrer que la tension diminue quand la surface libre des corps électrisés s'accroît et *vice versa*. — Couples de substances hétérogènes ayant servi aux premières recherches relatives à la cause des phénomènes galvaniques (1791). — Electromètre condensateur que Volta employa pour démontrer que le contact des conducteurs hétérogènes donne naissance à de l'électricité. — Disques de cuivre et de zinc avec manches isolants pour étudier l'électrisation par le contact. — Lames de même nature destinées aux études analogues sur la grenouille. — Lames hétérogènes pour prouver leur effi-

cacité dans la production des contractions musculaires. — Doubles couples électriques se neutralisant réciproquement. — Doubles couples électriques dont les actions s'ajoutent. — Cuve à mercure pour obtenir les contractions de la grenouille avec un seul métal. — Pile à colonne de 100 couples zinc-cuivre, enfermée dans un étui (1799). — Pile à couronne (1800). — Deux piles à colonne de 100 couples chacune enfermées dans deux étuis. — Pile à auges en verre. — Petite pile à auges avec deux tubes recourbés pour analyses chimiques. — Pile à chapelet (de Volta). — Petite pile à un seul métal et deux liquides. — Petits plateaux en os qui ont servi à la construction d'une pile à trois liquides (1804). — Pile à colonne de 40 couples zinc-cuivre séparés par des rondelles de papier trempées dans du miel. — Emporte-pièces ayant servi à Volta pour découper les disques de papier, de drap, etc. pour ses piles. — Restes de piles à colonne, de piles à auges, et de piles à couronne, etc. — Restes de piles composées de substances organiques animales et végétales. — Pile secondaire de Ritter formée de plaques d'un seul métal plongées dans une solution saline. — Appareil destiné à démontrer le développement de l'électricité par le contact d'un acide et d'un alcali. — Appareil ayant pour objet de montrer la décomposition du sel dans l'eau qui n'en contient que des traces. — Appareil qui a servi à Volta pour répéter l'expérience de la décomposition de l'eau, découverte par Nicholson (1800). — Récipients pour la décomposition des liquides. — Deux tubes courbés pour soumettre à l'action du courant deux solutions différentes. — Essais de piles sèches exécutés par Volta avant Hachette, de Luc et Zamboni. — Autres essais de piles sèches, disques de papier couvert d'étain d'un côté et de cuivre de l'autre. — Petit mortier que Volta employait pour pulvériser le charbon destiné à la préparation de ses piles sèches. — Autres ustensiles, outils et menus objets ayant servi à Volta dans ses recherches sur l'électricité.

**1637. Cabinet de Physique de l'Université** de *Modène*. — Anciens appareils électriques du professeur Etienne Marianini : — Galvanomètre à fils croisés. — Appareil pouvant servir comme magnétomètre ou comme rhéélectromètre. — Six petits cylindres d'acier. — Note autographe d'Etienne Marianini. — Six essais d'électro-métallochromie. — Quelques essais d'électrographie. — Petite batterie de Leyde. — Petit électromètre condensateur.

**1638. Cabinet de Physique de l'Université** de *Pise*. — Appareil de Matteucci pour déterminer les lignes de niveau électrique sur un disque conducteur qui tourne en présence d'un aimant.

**1639. Cabinet de Physique de l'Université** de *Turin*. — Moteur électro-magnétique de Botto. — Machine électro-magnétique de Botto. — Pile thermo-électrique de 120 couples (fer-platine) du même, ayant servi à la décomposition de l'eau en 1832.

**1640. Institut de Physique de l'Université** de *Padoue*. — Instruments de Salvatore dal Negro (1768-1839). Bélier électro-magnétique. — Moteur électro-magnétique à pendule. — Electromètre. — Instruments d'Antoine Magrini. Appareil télégraphique construit en 1837.

**1641. Cabinet de Physique de l'Université** de *Pavie*. — Instruments de Joseph Belli (1791-1860). Duplicateur électrique à induction. — Appareil pour l'étude de la force électromotrice de contact. — Instruments d'Alexandre Volta (1745-1827). Spintéromètre. — Electromètre à cadran et électromètres à pailles de diverses sensibilités. — Electrophore-condensateur à disques de bois, de soie, de marbre et de différents métaux. — Appareil pour la réciprocité de l'induction électrique. — Pistolet. — Eudiomètre. — Appareil pour l'électricité atmosphérique. — Disques de dif-

férents métaux. — Pile à couronne. — Pile à colonne.

**1642. Cabinet de Physique du Lycée** de *Vérone*. — Instruments de Joseph Zamboni (1776-1846). — Plusieurs modèles de piles sèches. — Petite pile sèche dans son étui, portant la date du 15 juillet 1812. — Un appareil mis en mouvement par des piles sèches. Zamboni avait donné le nom de *Mouvement perpétuel* à cet instrument, dont il croyait la force motrice indéfinie, mais il ne tarda pas à reconnaître que la pile sèche finissait par s'épuiser, comme toutes les autres piles, dont elle ne diffère que par le peu d'humidité qu'elle contient. — Tous ces instruments ont été construits par Zamboni lui-même.

**1643. Lycée Spallanzani** de *Reggio* (*Emilia*). — Instruments de Nobili. — Le premier *Aimant étincelant* construit par Nobili. — Petit *nécessaire* de Nobili pour les expériences électro-dynamiques. — Galvanomètres simples construits par Nobili. — Appareil ayant servi à la production des premiers essais de métallochromie. — Deux plaques métalliques colorées par les procédés métallochromiques. — Plusieurs piles thermo-électriques, avec les premiers couples d'essai. — Grande pile thermo-électrique montée, avec miroir condenseur.

**1644. Cabinet de Physique du Lycée Volta** de *Come*. — Instruments ayant appartenu et servi à Alexandre Volta (1743-1827). — Pile à couronne composée de 12 petits verres et de deux autres plus grands, contenus dans une boîte. — Douze plaques rectangulaires en zinc et autant en cuivre (15$^{mm}$ sur 40$^{mm}$) pour la pile à couronne. — Electrophore. — Condensateur. — Pistolet de Volta, tout en verre. — Briquet à gaz hydrogène, qui s'allume à l'aide d'une étincelle électrique. — Eudiomètre en cristal avec pied en cuivre. — Electromètre à brins de paille. — Pile à colonne de 73 couples (diamètre 30$^{mm}$) sur un pied en bois avec quatre tiges métalliques vernies. — Douze plaques circulaires bi-métalliques. — Plaques carrées bi-métalliques.

**1645. Institut de Physique de l'Université Royale de** *Padoue*. — Boussole à cadran appartenant à l'Institut de physique de l'Université Royale de Padoue. Elle porte la date de 1597 et a servi, peut-être, à Galilée, qui donna des leçons à l'Université de Padoue de 1592 à 1610. — Ancien aimant naturel armé ayant probablement appartenu à Galilée.

# JAPON (EMPIRE DU)

---

## GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 2

PILES ET ACCESSOIRES.

1646. **Ministère des Travaux publics, administration des télégraphes,** à *Tokio.* — Vases de porcelaine. — Vases poreux. — Vases carrés et circulaires d'étoffe laquée. N.

## GROUPE II

TRANSMISSION PAR L'ÉLECTR

—

### CLASSE 4

CABLES, PILES ET ACCESSOIRES.
NERRES.

1647. **Ministère des Trav blics, administration d graphes,** à *Tokio.* — I avec tige et écrou. — Isol entrave sans fers.

# NORVÈGE (ROYAUME DE)

NOTA. — Toute l'exposition du royaume de Norvège se trouve au rez-de-chaussée du palais.

---

## GROUPE II

TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 4.

CABLES, FILS ET ACCESSOIRES. PARATONNERRES.

**1648. Le Directeur en chef des télégraphes de Norvège**, *Christiania*. — Ligatures pour raccorder les câbles sous-marins et les lignes terrestres. — Tuyaux de fonte pour protéger les câbles au point d'atterrissage. — Coupe d'un poteau perforé par le pic noir et vert.

## GROUPE IV

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

—

### CLASSE 6.

TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**1649. Olsen** (Christian Holberg Gran), *Christiania, Bogstadveian, n° 37*. — Appareils télégraphiques imprimant automatiquement. — Perforateur. — Appareils Duplex.

### CLASSE 7.

TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

**1650. Lysgård** (Anna Louise Keilhau), employée de télégraphe. *Boröen*. — Appareil automatique translateur pour lignes téléphoniques.

**1651. Ottesen** (Hans Realf), *Bryn*, près de *Christiania*. — Téléphones.

### CLASSE 10.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

**1652. Steger** (A.), opticien et mécanicien, *Kirkegaden, Christiania*. — Appareils électriques.

### CLASSE 11.

ÉLECTRO-CHIMIE.

**1653. Petersen** (P.), chef de la section de photographie et de galvanoplastie de l'institut topographique, *Christiania*. — Reproductions galvanoplastiques.

**1654. Tostrup** (J.), *Christiania* — Reproductions galvanoplastiques en cuivre et en argent.

### CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANTS ET AIMANTS, BOUSSOLES, HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1655. Bjerknes** (Dr C. A.), professeur à l'Université de Christiania, *Christiania, Nordahl Bruns Gade, n° 5*. — Appareils servant à démontrer des phénomènes fondamentaux d'électricité et de magnétisme par leurs analogues en hydrodynamique.

**1656. Godager** (Hans), opticien et mécanicien, *Throndhjem, Nordre Gade, 2*. — Collection de boussoles maritimes.

**1657. Le Ministère de la marine de Norvège**, *Christiania*. — Boussoles (Admiralty standard compass) ; grande boussole pour les monitors ; boussole ordinaire ; boussole à li-

quide; boussole à liquide pour canots (nouveau système).

1658. **Pihl** (Oleuf. A. L.), *Christiania*. — Appareil pour déterminer l'attraction entre deux corps magnétiques à courte distance.

## CLASSE 13.

### APPAREILS DIVERS.

1659. **Le Ministère de la marine de Norvège**, *Christiania*. — Appareils pour torpilles électriques et électro-automatiques : Table de manipulation, modèle Silwertown, modifiée, avec indicateurs pour sept torpilles électro-automatiques; télémètre électrique de Siemens et Halske avec appareils viseurs pour deux postes extérieurs; appareil pour l'inflammation de torpilles électriques; appareils télégraphiques Morse, fabriqués par Erikson à Stockholm; téléphones de Siemens et Halske; coffre d'outils pour les postes et pour les embarcations porte-torpilles.

# GROUPE VI

### BIBLIOGRAPHIE. HISTOIRE

—

## CLASSE 15.

### COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC., ETC.

1660. **Andersen** (O. M.), ingénieur en chef de la ville de Christiania, *Christiania*. — Carte du réseau télégraphique et téléphonique de la ville de Christiania pour le service de l'administration télégraphique de l'Etat, de la police et de la surveillance contre les incendies.

1661. **Bibliothèque de l'Université de Christiania**, *Christiania*. — Arndtsen (A.) : Jagttagelser over den magnetiske Krafts Retning og Styrke paa en Reise langs Norges Kyster fra Christianssand til Varangerfjorden, se trouvant en « Forhandlinger i Videnskabsselskabet », 1862, pag. 15-25. — Magnetische Untersuchungen angestellt mit dem Diamagnetometer des Hrn Prof. Weber, se trouvant en « Annalen der Physik und Chemie

von J. C. Poggendorff », 185[8]
pag. 587-611. — Elektr
Christiania, 1872. — Opt
vedkommende Elektrothera
Physik, Christiania, 1853. -
den galvanischen Leitung
stand der Metalle bei versc
Temperaturen, se trouvant
nalen der Physik und Che
J. C. Poggendorff, 1858,
pag. 1-58. — Ueber den L
wiederstand des Nickels, se
en « Annalen der Physik und
von J. C. Poggendorff », 1858
pag. 148-155. — Christie (H
bog i Physik. — « Nogle di
tiske Forsög », se trouvant
Magasin for Naturvidenskab
10, pag. 139-191. — Ein
magnetiske Versuche, se t
en « Annalen der Physik und
von J. C. Poggendorff », 1858,
pag. 577-612. — Getz (K) :
tiske Jagttagelser i Sommere
Christiania, 1871. — Hanstee
Das magnetiske System de
— Den magnetiske Inclinati
andring i den nordlige tem
Zone; Kjöbenhavn, 1855.
magnetiske Inclinations For
ger i den nordlige og sydlig
kugle. Kjöbenhavn, 1857. —
daglig og aarlig Periode i
gnetiske Krafts Retning og
udledet af Jagttagelser paa C
nias Observatorium. — 2° Luf
ved Havets Overflade. — U
chungen über den Magnetism
Erde, Christiania, 1819. —
tiske Jagttagelser af Hanste
gelcke, Keilhau og Boeck
beregnede og meddelte af Ch
steen, se trouvant en « Maga
Naturvidenskaberne, 9, pag.
Observations de l'inclinaison
tique, faites pendant les anné
à 1864 à l'Observatoire de C
nia. — Om de magnetiske K
Styrke og Retning i Christi
disse Elementers Forandring
sidste 40 til 100 aar, se trou
« Forhandlinger i Vidensk
skabet », 1863, pag. 137-148

en periodisk Forandring af 1

i den horizontale Del af den
tiske Intensitet, i hvilken Epo

for Maximum af Intensiteten faldt sammen med Epocherne for Minimum af Inclinationen og af Solpletterne, se trouvant en « Forhandlinger i Videnskabsselskabet », 1859, pag. 108-114. — Om Jordmagnetismens Periodicitet, se trouvant en « Forhandlinger i Videnskabsselskabet », 1858, pag. 210-211. — Resultate magnetischer, astronomischer und météorologischer Beobachtungen auf einer Reise nach dem östlichen Sibirien in den Jahren, 1828-30, Christiania, 1863. = Henrichsen (S.) : Om Svovlsyrens galvaniske Ledningsevne og dennes Afhængighed af Temperaturen, se trouvant en « Forhandlinger i Videnskabsselskabet », 1878, n° 13. — Langberg (Chr.) : Jagttagelser over den magnetiske Intensitet paa forskjellige Steder af Europa, se trouvant en « Nyt Magasin for Naturvidenskaberne », 5 pag., 274-299. — Magnetiske Jagttagelser paa en Reise i Christianssand Stift i Sommeren 1848, se trouvant en « Nyt Magasin for Naturvidenskaberne », 6, pag. 56-87. — Lund : Anvisning til at forfærdige og opstille den Tholardske Lyn-og Hagelafleder, se trouvant en « Magasin for Naturvidenskaberne », 9, pag. 136-154. — Lund (C.) : Den elektriske Telegraph især med Hensyn tildens Anvendelse for Krigsbrug, Christiania, 1874. — Maschmann : Galvaniske Forsög og deraf dragende Slutninger, se trouvant en « Magasin for Naturvidenskaberne, 2, pag. 36-54. — Mohn : Om den magnetiske Déclination i Christiania fra 1842-1862, se trouvant en « Forhandlinger i Videnskabsselskabet », 1863, pag. 67-79. — Pihl (O.) : On Magnets. Christiania, 1878. — Schiötz (O. E.) : Lærebog i Physik. — Sinding (E. A. H.) : Magnetiske Undersögelser foretagne i 1868, Christiania, 1870.

**1662. Le directeur en chef des télégraphes de l'Etat de Norvège,** *Christiania*. — Carte du réseau télégraphique de Norwège.

**1663. Hansen** (D.), ingénieur en chef de la ville de Bergen, *Bergen* « Hovedbrandstationen ». — Carte des lignes télégraphiques et téléphoniques de Bergen, 1881.

**1664. Mohn** (H.), professeur à l'Université de Christiania, *Christiania, Nordahl Bruuns Gade*, 8. — Carte des églises foudroyées en Norvège.

**1665. Schöyen** (A.), directeur de l'Ecole polytechnique de Throndhjem, *Throndhjem*. — Carte des lignes télégraphiques et téléphoniques de Throndhjem, en 1881.

## CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1666. Observatoire astronomique de Christiania**, à *Christiania*. — Appareils et instruments ayant servi au professeur Hansteen pendant ses recherches et ses voyages pour l'étude du magnétisme terrestre.

# PAYS-BAS (ROYAUME DES)

NOTA. — Toute l'exposition du royaume des Pays-Bas se trouve au rez-de-chauss

## GROUPE III

ÉLECTROMÉTRIE

—

### CLASSE 5.

APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

**Menges** (C. L. R. E.) *La Haye.* — Electro-dyuamomètre portatif pour la mesure des courants idtenses (courants de machines dynamo-électriques et magnéto-électriques) sans mercure ni ressort.

## GROUPE IV

APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**1667. M. A. Mills**, *Amsterdam.* — Encre télégraphique bleue et noire.

**1668. Christiaan Mirandolle**, *Rotterdam.* — Matière pour conserver le bois. — Poteaux télégraphiques préparés partiellement à la créosote.

### CLASSE 7.

TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

**1669. Nicolaas van Wetteren**, *Haarlem.* — Barreaux aimantés pour téléphones.

### CLASSE 8.

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

**1670. Albert Maryt**, mécanicien à l'atelier de construction d'artillerie, à *Delft.* — fonctionnant à volonté s de courants alternatifs rants continus, pouvant sieurs heures, propres des phares. Lampe d'us

### CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉL ET AIMANTS, BOUSSOLES, ÉLECTRIQUE.

**1671. Croon et C°**, *A* Pendules électriques. In trique pour ventes pu

**1672. Dr P.J. Kaise** des instruments nauti rine neerlandaise, à *L* pas de relèvement, mentaire, avec habit de route avec deux r pivot ordinaire en ac pivot globulifère en nium. — Balance m struite selon l'id M. le prof. F. J. S tro pour aimant d'acier des roses — Une torpill contenant un mo-électrique du indiquant l'appr (Consulter la c détaillés de la C de l'examen d Avertisseur dy torpille avec régler et vérifi

**1673. H. Ollan**

…e à la suite de la mention des …aussée de la nef principale.

…É

… de six machines dynamo-…ues de 4 chevaux chacune, …urs graphités, paliers sans …rs et galvanomètres pour …ce des machines. — Deux …uteurs avec commutateurs …s à 32 directions chaque. … transformateur de courants à …utation électro-magnétique. …ux niveleurs, ou appareils pour … la quantité de courant qui doit …rser un récepteur donné. — … machine dynamo-électrique à …nts continus et à commutation …tro-magnétique, frotteurs gra-…tés et paliers sans graissage.

…BUTION DE L'ÉLECTRICITÉ compre-…nt six machines dynamo-élec-…ques de 4 chevaux chacune, à …otteurs graphités et paliers sans …raisseurs. — Galvanomètres pour …e service des machines.

Deux distributeurs à commuta-…eurs doubles pour trente-cin… …rections chacun.

Un transformateur de co… commutation électro-ma… appareil qui … but d… mer un co… en … quantité … rant d… continu … ; en … rier les … E et … duit EI.

Quatre … à … …électr…

Martinus van Marum, Dr en philosophie et médecine. A Haarlem chez Jean Enschedé et fils et Jean van Walré, 1787. — Deuxième suite des expériences faites par cette machine. A Haarlem chez Jean-Jacques Beets, 1795.

## CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1684. Cabinet de physique de la fondation Teyler**, *Haarlem*. — Grande machine électrique construite en 1785 et améliorée dans les années suivantes par Cuthberson, à Amsterdam. Cette machine, système van Marum, porte deux disques parallèles de $1^m,62$ de diamètre. Batterie électrique de vingt-cinq bouteilles présentant $12^{m},6$ carrés de surface garnie. C'est avec quatre batteries de cette surface, chargées par le moyen de ladite machine électrique que Martinus van Marum a produit les effets mentionnés, entre autres par Daguin dans son *Traité de physique*, t. II, 1249, 52, 55 et 58, et dont la description détaillée se trouve dans les trois traités exposés dans la classe bibliographique. Electromètre ou balance électrique de Brook. Electromètre de Henley. Electromètre à cadran. Electromètre de Lane. Ces quatre électromètres construits par Cuthberson, ont servi à Martinus van Marum pour mesurer la charge de ses conducteurs et de ses batteries. — Electromètre construit par Adams à Londres, dans lequel les deux systèmes, celui de Brook et de Henley, se trouvent réunis. — Excitateur dont van Marum s'est servi pour étudier la trace lumineuse que le passage de l'étincelle électrique laisse sur la surface de quelques substances. Grand aimant naturel armé: Cet aimant qui a un volume de 20.7 de $M^3$ porte un poids de 85 kilogrammes (poids du portant et du plateau 20,2 kilogrammes). — Aimant naturel armé, dont l'armature ornée dans un style antique porte en caractères russes, l'inscription suivante : pierre pesant 12 livres, soulevant 1 poud 20 livres. (Le poud contient 40 livres et la livre russe équivaut à peu près à un demi-kilogramme). — Aimant artificiel, construit en 1877 par MM. van Wetteren frères, à Haarlem. — Aimant composé de sept lamelles pesant 45,6 kilogrammes et portant un poids de 285 kilogrammes (poids du portant et du plateau 17,4 kilogrammes).

# RUSSIE (EMPIRE DE)

NOTA. — Lorsqu'aucune indication d'emplacement n'est portée à la suite de la mention des objets exposés, c'est que ces objets se trouvent au rez-de-chaussée de la nef principale.

---

## GROUPE I

### PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

#### CLASSE 1.

ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

1685. **Borgmann** (Jean), professeur (Privat-Docent) à l'Université de *Saint-Pétersbourg*. — Appareil pour la démonstration des lois de la condensation électrique, exécuté par Frantzenn au cabinet de physique de l'Université de Saint-Pétersbourg.

#### CLASSE 2.

PILES ET ACCESSOIRES.

1686. **Département des télégraphes**. — Éléments Meïdinger, grand et petit modèles, modifiés et employés en Russie.

1687. **Tichomirow** (Basile), chef d'atelier de M. Eropkine et Cie, *rue Kozitsky, Moscou*. — Éléments galvaniques d'une construction spéciale.

1688. **Wassiliew** (Dimitri), à la fabrique Jablochkoff, *canal Obvodnoy*, 88, *Saint-Pétersbourg*. — Appareil pour le chargement et le déchargement des piles galvaniques. — Cet appareil peut servir également pour le transvasement des acides, des alcalis et en général de tous les acides qui sont sans action sur le caoutchouc. — Le transvasement s'opère soit d'un côté, soit de l'autre, selon le sens du mouvement de rotation de la manivelle.

#### CLASSE 3.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

1689. **Gravier, Kuksz Luedtke** e **Grether**, *rue Leszno*, 25, *Varsovie*. — Usine de six machines dynamo-électriques de 4 chevaux chacune, à frotteurs graphités, paliers sans graisseurs et galvanomètres pour le service des machines. — Deux distributeurs avec commutateurs doubles à 32 directions chaque. — Un transformateur de courants à commutation électro-magnétique. — Deux niveleurs, ou appareils pour fixer la quantité de courant qui doit traverser un récepteur donné. — Une machine dynamo-électrique à courants continus et à commutation électro-magnétique, frotteurs graphités et paliers sans graissage.

DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ comprenant six machines dynamo-électriques de 4 chevaux chacune, à frotteurs graphités et paliers sans graisseurs. — Galvanomètres pour le service des machines.

Deux distributeurs à commutateurs doubles pour trente-cinq directions chacun.

Un transformateur de courant à commutation électro-magnétique, appareil qui a pour but de transformer un courant donné en courant de quantité ou en courant de tension, continu ou alternatif, en faisant varier les deux facteurs E et I du produit EI.

Quatorze lampes à arc voltaïque. — Déclanchement électro-magnétique différentiel.

Deux niveleurs, appareils à résistances variables à la main pour fixer la quantité de courant qui doit traverser un récepteur donné. — Applications diverses du courant électrique.

Une machine dynamo-électrique à courants continus ou alternatifs sans frotteurs, paliers sans graissage.

Une machine dynamo-électrique à commutation électro-magnétique.

Un mémoire imprimé sur la distribution de l'électricité à domicile pour toutes espèces d'application, comprenant les matières suivantes :

Description du matériel de production, des procédés de distribution à employer dans une ville, des moyens de régulation des courants suivant les circonstances et des appareils employés dans ce but :

*Régulateur d'émission, récipient de distribution, courant et fil de retour; régulateurs de consommations; régulateur de courant pour un seul récepteur ou régulateur rhéométrique*, de la transformation des courants en courants de tension ou de quantité, continus ou alternatifs, en faisant varier les deux facteurs E et I du produit EI et description d'une lampe à arc voltaïque avec régulateur rhéométrique. N., B. C. *s.*

**1690. Latchinow** (Dmitri), professeur à l'Institut du corps forestier de *Saint-Pétersbourg*. — Deux dessins : *a*, machine dynamo-électrique sans fer. — *b*, dynamomètre optique.

**1691. Ministère de la marine.** — Grand appareil électrique de guerre, composé de deux machines dynamo-électriques de Siemens, mues par un moteur rotatoire de Graaf et Schneider, le tout installé sur un socle commun en fonte. — Les aimants inducteurs des deux machines dynamo-électriques reposent sur des barres de laiton qui, en empêchant leur contact immédiat avec le métal du socle, augmentent le rendement de ces machines. — Un commutateur inventé par M. Tvéritinow, lieutenant de marine, permet d'accumuler les pouvoirs des deux machines, qui dans ce cas, produisent une lumière équivalant à 14 000 bougies. — Lanternes, fanaux et accessoires divers. — Appareil pour chaloupes de guerre.

**1692. Ministère de la marine**, à *Cronstadt*. — Deux tableaux : diagrammes de la combinaison parallèle des machines dynamo-électriques d'après la méthode de M. Tvéritinow.

**1693. Tvéritinow** (Eugène), lieutenant de marine, *Cronstadt* (*Russie*), *à l'Ecole des torpilles*. — Réunion des machines dynamo-électriques avec leur moteur, au moyen d'un arbre flexible, évitant l'emploi d'un bâti commun aux deux machines, méthode proposée par l'exposant.

## GROUPE II

### TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 4.

#### CABLES, FILS ET ACCESSOIRES. PARATONNERRES.

**1694. Département des télégraphes**, *Saint-Pétersbourg*. — Paratonnerre de Kirkoff, modifié par Tiedeman en 1871. — Paratonnerre inventé par Tiedeman en 1872. — Paratonnerre du mécanicien Derévian-kine (1872), avec signal audiphone, rétablissant par lui-même le fonctionnement de la ligne télégraphique interrompue par la foudre. — Paratonnerre inventé par Palwow en 1874. — Paratonnerre de Tiedeman à vis, à pointes et à fils d'argent, proposé en 1875, pour les stations télégraphiques. — Paratonnerre de Tiedeman (1875), pour les poteaux à câbles, avec un étui en caoutchouc destiné au point de jonction des lignes souterraines et aériennes. — Paratonnerre électro-magnétique du baron Guervart, inventé en 1876. — Paratonnerre inventé par le mécanicien Nyberg, en 1877, se composant de cinq lames en cuivre et d'une tringle. — Paratonnerre inventé par le mécanicien Zwirgsdé en 1875, et perfectionné en 1881. — Commutateur universel avec paratonnerre pour les appareils télégraphiques, 1860; ce commutateur comprend 4 commutateurs; 1° pour le galvanoscope; 2° pour la pile ; 3° pour les stations intermédiaires et 4° pour la translation. Jusqu'à l'année 1860, ces quatre commutateurs étaient placés séparément sur les tables d'appareils. Commutateur inventé en 1877, par M. Ivanow;

il sert à introduire promptement l'appareil d'un circuit dans un autre. Isolateur à double isolation, introduit en Russie, en 1864; deux modèles: un grand et un petit. — Le même isolateur d'une autre construction, introduit en Russie en 1870. — Isolateur à double isolation avec tête taillée à 8 facettes, destiné à être vissé dans une console, proposé par M. Dolgowo Sabourow, en 1872. — Isolateur à double isolation, d'une invention récente, introduit en Russie, en 1875. Deux modèles, un grand et un petit. — Isolateur à crochet de fer, muni d'une planchette-abri en fer servant à le préserver contre les coups de pierres, par M. Krauskopf. — Isolateur à étaux servant à supporter un anneau de fil de réserve, inventé par le mécanicien Langué. — Spécimens de fils télégraphiques et de crochets pour isolateurs, fabriqûés à l'usine de Lwow, à Saint-Pétersbourg. — Console pour l'isolateur à tête taillée à 8 facettes, proposé par M. Dolgowo Sabourow en 1872. — Crochet en fer avec isolateur à étau pour poteau contrôleur, servant à poser les anneaux du fil de réserve. — Crochets en fer actuellement en usage. — Etau servant à introduire un appareil télégraphique dans un point quelconque du circuit. — Etau de Poggendorff proposé par M. Nyberg mécanicien, pour réunir les lignes aux fils des bureaux. — Etau servant à réunir les fils conducteurs en cas de rupture, proposé en 1874. — Le même muni d'une seule vis. — Etau linéaire à clef d'une nouvelle construction. — Etau double pour régler la tension du fil. — Etau pour le service de surveillance. — Spécimens de torsades soudées de 2, 4 et 5 millimètres. — Spécimens de fil d'acier, fabriqués par Hobrecker à Riga: A, fil d'acier de 6 millimètres. — B, fil d'acier de 5 millimètres. — C, fil d'acier de 4 millimètres. — D, fil d'acier de 3 millimètres. — E, fil d'acier de 2 3/4 millimètres. — F, fil d'acier de 2 1/4 millimètres. — Cables souterrains insérés dans des tubes de verre, proposés en 1856 par M. Jacobi (de l'Académie Impériale des Sciences) ayant servi à la ligne du télégraphe électro-magnétique qui faisait communiquer le Palais d'hiver avec l'Etat-major. — Spécimens de câbles fabriqués dans les ateliers du Ministère de la Marine, à Cronstadt, et destinés au service des mines et des fortifications côtières. — Spécimens de deux fils conducteurs exécutés d'après le projet de M. Jacobi, académicien, en 1846. — Spécimen de deux fils conducteurs insérés dans un tube de verre, exécutés d'après le projet de M. Jacobi en 1847. Tube-chaînette servant au passage des câbles dans les parties mobiles des ponts de la Néwa. — Modèle d'un poteau double adapté aux tournants angulaires de la ligne (sur les points où il y aurait obstacle à placer des contreforts), inventé par M. Pétrow, mécanicien. — Sacoche de mécanicien avec assortiment d'instruments. — Sacoche en cuir contenant un assortiment des outils et instruments nécessaires aux mécaniciens des Télégraphes. — Caisse d'instruments pour un bureau télégraphique. — Sacoche de surveillant avec instruments. — Matériel des mâts et poteaux, servant à l'installation des lignes au passage des rivières. — Tente appropriée d'après le projet du baron Guervart, pour les employés du télégraphe pendant la construction et la remonte des lignes. — Mât de M. Tiedeman. — Photographie de fils conducteurs recouverts de glace, entre Saint-Pétersbourg et Moscou, au mois de février 1868. Cette photographie est exécutée à mi-grandeur naturelle.

## GROUPE III

### ÉLECTROMÉTRIE

—

### CLASSE 5.

#### APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

**1695. Lermontow** (Vladimir), préparateur à l'Université de Saint-Pétersbourg, à *Saint-Petersbourg*. — Galvanoscope à réflexion, construit

sur les indications de M. Lermontow, par M. Frantzenne, au cabinet de physique de l'Université.

Lampe porte-échelle pour ledit galvanoscope, exécutée par M. Spring.

Pont de Wheatstone pour des résistances peu considérables.

Galvanoscope magnétomètre de M. Vander-Fliet.

Commutateur de Pohl (en bois paraffiné).

**1696. Slouguinoff** (Nicolas), membre de la Société de physique de Russie, à *Saint-Pétersbourg, rue Vedenskaia*, n° 14. — Compensateur pour mesurer les forces électro-motrices, construit d'après les indications de l'auteur au cabinet de physique de l'Université de Saint-Petersbourg.

**1697. Stoletow**, professeur à l'Université, *Moscou*. — Condensateur électrique absolu, combiné en vue de la détermination du rapport des unités électrostatiques et électromagnétiques. — Dessin et photographie.

**1698. Tichomirow** (Bazile), chef d'atelier de M. Eropkine, à *Moscou, rue Kozitsky*. — Galvanoscope hémisphérique.

## GROUPE IV

### APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

#### TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

**1699. Département des Télégraphes**. — Manipulateur destiné à faire fonctionner des appareils à courant constant, inventé en 1871 par M. Dérevianskine, mécanicien. Différentes pièces de l'appareil Hughes, inventées en Russie : chariot et levier adaptés à la transmission automatique des signes, inventés en 1874 par M. Kesberg, mécanicien.

Régulateur inventé en 1870 par Kraiewsky, mécanicien, employé actuellement dans toute l'Europe.

Roue des types pour l'appareil Hughes, exclusivement employée en Russie, portant en outre des lettres latines, les lettres russes.

Petit mécanisme appliqué à l'appareil Hughes pour le mouvement de la bande de papier, inventé en 1866 par M Kempte, mécanicien.

**1700. Dereviankine** (Jean), mécanicien en chef de l'arrondissement télégraphique de Saint-Pétersbourg à *Saint-Pétersbourg. Ligowka* n° 57. — Appareil télégraphique portatif.

Petit appareil de poche pour télégraphier à l'ouïe, sans bande de papier.

### CLASSE 7.

#### TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

**1701. Avenarius**, professeur à l'Université, *Kiew*. — Système de divisibilité de l'éclairage électrique au moyen des piles secondaires.

**1702. Jacobi** (Wladimir), colonel du génie, *Baskoff peréoulok, n° 2, Saint-Pétersbourg*. — Telekal transmetteur téléphonique de télégrammes (phonogrammes) à des distances considérables (résistance 2000 unités Siemens). Télégraphe phonétique portatif militaire. — Contrôle des conduits télégraphiques aériens et sous-marins (câbles).

**1703. Vreden** (Robert), docteur en médecine, à *Saint-Petersbourg, rue Zvenigorodskaya*, n° 6. — *a*). Vingt modèles d'un nouvel appareil nommé phonophore (microphone d'une construction spéciale).

*b*) Six postes phonophoriques pour applications diverses, pouvant transmettre la parole à une distance variant entre 10 et 300 kilomètres.

### CLASSE 8.

#### LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

**1704. Dobrochotow-Maïkow** (Alexis), *à Moscou, boulevard Petrowsky, maison Wonsiatsky*. — Lampes électriques et accessoires.

**1705. Gravier, Kuksz, Luedtke** et **Grether**, à *Varsovie, rue Lezno*, n° 25. — Quatorze lampes à arcs voltaïques, à déclanchement électromagnétique différentiel.

**1706. Latchinoff** (Dmitri), profes-

seur à l'Institut du corps forestier de Saint-Pétersbourg, à *Saint-Pétersbourg*. — Deux tableaux : *a*) Economisateur de l'éclairage électrique. *b*) Fabrication des réflecteurs paraboliques au moyen de la force centrifuge.

1707. **Tichomirow**, chef d'atelier de M. Eropkine et Cᵉ à *Moscou*, *rue Kozitsky*.— Deux bougies électriques en forme de spirale.

## CLASSE 9.

### MOTEURS ÉLECTRIQUES TRANSPORT DES FORCES.

1708. **Pirotsky** (Théodore), capitaine d'artillerie.

Un dessin :

Coupe en travers de la voie d'un chemin de fer électrique.

## CLASSE 11.

### ÉLECTRO-CHIMIE.

1709. **Etat-major** (section topographique.)

*a*) Reproduction en relief et en creux de deux planches de la carte spéciale de la Russie. Échelle $\frac{1}{420000}$ (une planche contenant la planimétrie et l'autre le terrain.)

*b*) Planches héliographiques des cartes-minutes de la Finlande (échelle $\frac{1}{42000}$; 2 planches) et de la Bessarabie (échelle $\frac{1}{126000}$; 2 planches.)

Épreuves des planches exposées.

1710. **Expédition pour la confection des papiers de l'Etat**.

Productions galvanoplastiques :

Plat italien en cuivre, représentant le cheval de Troie.

Bas-relief en fer, Michel-Ange, sur une plaque en cuivre.

Bas-relief en cuivre de l'académicien Bruni, par Krīnsky.

Plat en cuivre avec portrait de Dmitri Donskoï, fait en souvenir du cinq centième anniversaire de la bataille de Koulīkowo, modelé par Ch. Materne.

Rondache en cuivre avec gravure du seizième siècle ; copie de l'original qui se trouve au musée de Tsarskoé-Sélo.

Rondache en fer avec dorure, de Henri II ; copie de l'original qui se trouve au musée de Tsarskoé-Sélo.

Débris d'une ancienne cuirasse italienne du seizième siècle, en fer ; copie de l'original du musée de Tsarskoé-Sélo.

Une assiette en cuivre modelée par Moine, recouverte de fer.

Médaillon central d'une rondache *le Paradis perdu*, modelée par Morel Ladeuil, en cuivre recouverte de fer.

Epaulière en cuivre avec dessin gravé ; copie de l'original se trouvant au musée de Tsarskoé-Sélo.

Rondaches en fer ; copies des originaux du musée de Tsarskoé-Sélo.

Bas-relief en cuivre « Pouchkine », modelé par Ch. Materne.

Bas-relief en fer de l'académicien W. Jacobi, inventeur de la galvanoplastie.

Bas-relief en fer de M. P. Kotschoubeï, président de la Société impériale polytechnique de Russie.

Ornements d'une ancienne selle ; copies des originaux du musée de Tsarskoé-Sélo.

Deux reproductions héliographiques recouvertes d'or et de nickel, obtenues par M. G. Scamoni.

Poignard espagnol (main gauche), seizième siècle ; copie de l'original du musée de Tsarskoé-Sélo.

Douze stéréotypes en fer.

Douze assiettes en fer.

Bas-relief : *la Musique et le chant*, modelé par Thorwaldsen.

Batterie de fusil allemand à silex ; copie de l'original du musée de Tsarskoé-Sélo.

Dix assiettes en cuivre.

Epreuves de stéréotypes en fer.

Quatre bourguignottes ; copies en fer galvanique.

Dix spécimens de dépôts galvaniques : de fer, de nickel et de laiton. S. 20.

1711. **Kovako** (Alexandre), lieutenant-colonel, gérant d'une fabrique électro-galvanique, à *Saint-Petersbourg*, *Perspective Ekateringowskaia*, 55.

1). Couronne de laurier et feuille

de palmier, recouvertes d'une couche d'argent mat.

2). Six objets, fer et cuivre, recouverts d'une couche de nickel.

3). Deux planches obtenues au moyen de l'héliogravure.

### CLASSE 13.

APPAREILS DIVERS.

**1712**. **Geissler** (Nicolas), mécanicien, à *Saint-Pétersbourg, rue Potchtamskaya*, 1. — Sonnerie électrique d'une nouvelle construction.

**1713**. **Ragosine**, médecin à la Clinique des maladies mentales, à *Saint-Pétersbourg, rue Kolokolnaya*, 7. — Poligraphe électro-chimique pour obtenir les courbes de pulsation de respiration, etc.

Deux tableaux :

*a*). Dessin représentant le polygraphe.

*b*). Signal électrique.

*c*). Appareil pour fermer les courants constants et induits.

Les appareils susmentionnés sont employés à la Clinique depuis le commencement de l'année 1879.

Tableaux des tracés graphiques.

**1714**. **Slouguinow** (Nicolas), membre de la Société de physique de Saint-Pétersbourg. — Appareil pour démontrer les effets lumineux accompagnant l'électrolyse des liquides.

## GROUPE VI

BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE

—

### CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, ETC., ETC.

**1715**. **Borgmann**, **Slouguinoff**, **Bobilew** et **Hesehus**, membres de la Société de physique de Saint-Pétersbourg. — Vingt-deux brochures concernant l'électricité.

**1716**. **Chwolson** (Oreste), professeur (Privat-Docent), à l'Université de Saint-Pétersbourg. — Onze brochures concernant l'électricité.

**1717**. **Crestin** (Ferdinand), ingénieur mécanicien à la fabrique de cartouches métalliques de l'Etat, à *Saint-Pétersbourg*. — Quinze dessins d'appareils divers.

**1718**. **Département des Télégraphes**.

1856. Le télégraphe électro-magnétique, sa théorie et son organisation (1 vol.).

1857. Les télégraphes électro-magnétiques, par B. Lampe (1 vol.).

1859. Manuel pour l'étude de la théorie du télégraphe électro-magnétique et son organisation, d'après le système Morse, par M. Parroth (1 vol.).

1865. Les batteries galvaniques et les lois du courant électrique, par M. Parroth. Ire partie (1 vol.).

1865. Les télégraphes. Description des appareils, par M. Parroth. IIe partie (1 vol.).

1870-1879. Les télégraphes. Organisation des bureaux télégraphiques, par M. Parroth. IIIe partie (1 vol.).

1871. Statistique télégraphique de l'empire de Russie (10 vol.)

1872. Instruction aux inspecteurs des télégraphes (1 vol.).

1872. Les télégraphes et leur application militaire, par le professeur Rekhnewsky (1 vol.).

1874. Programme d'enseignement de la télégraphie pratique avec les appareils Morse dans les écoles de télégraphie (1 vol.).

— Manuel des réparations ordinaires et des interruptions accidentelles des lignes télégraphiques, par B. Lampe (1 vol.).

1874. Manuel explicatif du service des lignes télégraphiques et des interruptions accidentelles dans l'échange entre les bureaux, par B. Lampe (1 vol.).

1875. Instruction concernant la forme de l'enregistrement des télégrammes (1 vol.).

1876. Budget moyen des dépenses pour l'entretien des lignes télégraphiques (1 vol.).

1876. Statut télégraphique.

1878. Statut temporaire des bureaux télégraphiques auxiliaires (1 vol.).

1878. Organisation des lignes télégraphiques aériennes, par l'ins-

pecteur des télégraphes N. Pissarewsky (1 vol.).

— Unités appliquées aux mesures électriques, par N. Pissarewsky (1 vol.).

1878. L'appareil imprimeur Hughes, dans son état actuel, par Woscressensky (1 vol.).

— Mesure de la résistance et de l'isolation des fils télégraphiques A. Nyberg (1 vol.).

— Description des signaux sémaphoriques servant à conserver la sécurité des câbles immergés dans les rivières navigables et les canaux (1 vol.).

1878. Instruction sur l'examen et la réception des lignes nouvellement construites (1 vol.).

— Description d'un paratonnerre universel, electro-magnétique et automatique, par le baron Th. Guervarth (1 vol.).

— Les télégraphes de Perse, par Zwirgsde (1 vol.).

— Effets de l'électricité dans les conduits isolés, par N. Pissarewsky (1 vol.).

— Statut de la caisse mutuelle d'emprunt et d'épargne des employés du ressort des télégraphes (1 vol.).

— Conservation des poteaux télégraphiques, d'après le système du baron Th. Guervarth (1 vol.).

1879. Organisation des lignes télégraphiques souterraines, par N. Pissarewsky.

— Nomenclature des localités où l'envoi des télégrammes s'effectue par estafette ou exprès (1 vol.).

1880. Instructions aux inspecteurs des chemins de fer et aux chefs d'arrondissement des télégraphes pour la surveillance des télégraphes des chemins de fer (1 vol.).

— Règlement sur les lignes télégraphiques des chemins de fer (1 vol.)

— Règlement de la correspondance télégraphique intérieure (1 volume.).

— Manuel de télégraphie à l'usage des télégraphistes militaires, par Newiadomsky (1 vol.).

— Les éléments à boules de Meidinger et leur usage (1 vol.).

— Règlement à l'usage des capitaines des transports à vapeur affectés au service télégraphique.

— Câble télégraphique sous-marin à travers la mer Caspienne.

— Les éléments galvaniques appliqués à la télégraphie, par N. Pissarewsky (1 vol.).

1880. Tarif pour la correspondance internationale (1 vol.).

— Règlement à suivre pendant le passage des bateaux sur les lieux où sont immergés les câbles sous-marins et fluviaux (1 vol.).

1881. Tarif pour la correspondance intérieure (1 vol.).

— Carte du réseau télégraphique de l'empire de Russie, Saint-Pétersbourg (1 vol.).

**1719. A Gravier, Kuksz, Luedtke** et **Grether**, *rue Lezno*, 25, *Varsovie*. — Un mémoire imprimé sur la distribution de l'électricité à domicile pour toutes espèces d'application, comprenant les matières suivantes :

Description du matériel de production, des procédés de distribution à employer dans une ville, des moyens de régulation des courants suivant les circonstances et des appareils employés dans ce but : régulateur d'émission, récipient de distribution, courant et fil de retour régulateurs de consommations, régulateur du courant pour un seul récepteur ou régulateur rhéométrique de la transformation des courants en courants de tension ou de quantité, continus ou alternatifs, en faisant varier les deux facteurs E et I du produit EI. Description d'une lampe à arc voltaïque avec régulateur rhéométrique.

**1720. La rédaction du journal de la Société de physique de Saint-Pétersbourg.** — Six livraisons de ce journal.

**1721. Latchinow** (Dimitri), professeur à l'Institut du corps forestier, à *Saint-Pétersbourg*.

*a*). Le travail électro-mécanique.

*b*). Sur quelques propriétés de l'arc voltaïque.

*c*). Dynamomètre optique.

*d*). Machines dynamo-électriques sans fer.

*e*). Fabrication des réflecteurs pa-

raboliques au moyen de la force centrifuge.

*f*). Economisateur de l'éclairage électrique.

*g*). L'éclairage à l'électricité des cavités du corps humain.

**1722**. **Tchikolew** (Vladimir), rédacteur du journal russe l'*Electricité*, à *Saint-Pétersbourg. Perspective Kronverskaya*, 15. — Vingt-quatre numéros de ce journal.

## CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES, ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1723**. **Département des Télégraphes.**

Premier appareil électro-télégraphique de l'année 1832, inventé en Russie par le baron Schilling de Kanstadt, né à Réval en 1785, mort à Saint-Pétersbourg en 1837.

Sonnerie-réveil pour l'appareil Schilling.

Appareil électro-télégraphique écrivant au crayon une ligne brisée sur une plaque de porcelaine, inventé en 1839 par M. Jacobi, académicien russe.

Appareil à aiguille de M. Jacobi, 1845.

Appareil à aiguille avec mouvement d'horlogerie, de M. Jacobi, 1845.

Appareil imprimeur de M. Jacobi, 1850. Cet appareil consiste en deux parties, fonctionnant réciproquement, l'une à aiguille ou transmetteur, l'autre imprimeur ou récepteur.

Appareil électro-chimique, inventé par M. Jacobi en 1851, consistant en un simple mécanisme qui fait avancer une bande de papier placée entre une goupille en platine et un petit cylindre platiné.

Portrait photographique du baron Schilling, de Canstadt, premier inventeur des télégraphes, né à Réval en 1785, mort à Saint-Pétersbourg en 1837.

Portrait photographique de M. Jacobi, académicien russe, né le 21 septembre 1801, mort le 27 février 187[illegible]

*N. B.* Les brochures, concernan[t] l'histoire de la découverte de la ga[l]vanoplastie, se trouvent aux vitri[nes] de l'Expédition Impériale pour [la] confection des papiers de l'Etat.

**1724**. **Expédition pour la conf[ec]tion des papiers de l'Etat.**

(*Historique*)

(Premier essai galvanoplastiq[ue] septembre 1838, date de l'invent[ion] de la galvanoplastie). Bulletin scie[n]tifique de l'Académie des sciences [de] Saint-Pétersbourg, n° 4, page 5[illegible] Note présentée à l'Académie le 5/[illegible] octobre 1838. Publication dans [le] *Journal des Débats* le 11 février 183[illegible]

Copie d'une planche (en relie[f]) présentée le 5 octobre 1838 à l'Ac[a]démie des sciences de Saint-Péter[s]bourg (5 pouces de longueur s[ur] 3 1/2 pouces de largeur); copie d[e] la planche reproduite en septem[bre] 1839.

*Traduction du texte russe:*

| VOLTA | OERSTEDT |
|---|---|
| 1800 | 1820 |

Le sublime plane et protège le sublime.
**Gravure voltaïque.**
JACOBI.

Copie authentique d'une planch[e] gravée (1842), copie en relief. Tex[te] présenté au roi de Prusse, Gui[l]laume IV, en 1842.

Table votive. L'anode employ[ée] était en or argentifère fondu, ti[ré] des mines de l'Oural. Original grav[é] sur platine. Poids de la planche r[e]çue en or : 200-300 gramme[s]. Dimensions : 75 centimètres de lo[n]gueur et 10 de largeur.

Quatre moules galvanoplastiqu[es] et deux copies galvanoplastiques d[es] premiers temps de la galvanoplasti[e] 1844-1847.

Deux plaques gravées, produit[es] par la galvanoplastie, servant [de] plaques aux télégraphes à cadra[n] 1843.

Fragment d'une coquille de no[ix] recouverte de cuivre galvaniqu[e] ainsi qu'une feuille végétale reco[u]

verte également de cuivre galvanique.

Gravures et reliefs galvanoplastiques.

Planche reproduite d'un dessin à l'encre grasse (portrait de l'empereur Nicolas Ier.)

Deux spécimens d'essais de planches galvanoplastiques en relief devant servir à l'imprimerie; une plaque en relief reproduite par la galvanoplastie.

Matrice d'une plaque authentique, écrite à l'encre grasse, par feu Maximilien de Leuchtenberg et reproduite en 1841 (galvanographie.)

Reproduction d'un cadran gravé, servant de base à un galvanomètre pour indiquer la déviation de l'aiguille aimantée.)

*Articles et brochures:*

1). Jacobi. Die Galvanoplastik, 1840, Pétersburg.

2). Notice sur la galvanoplastie, 30 avril 1840.

3). Procédé galvanique pour graver des planches daguerrotypées. Extrait d'une lettre de M. Grove à M. Jacobi, lue le 8 octobre 1841.

4). Ueber die Fortschritte und den gegenwartigen stand der Galvanographie, von Fr., von Kobell, Saint-Pétersburg, Zeitung, 1846, n° 11.

5). Galvanographie, Saint-Pétersburg. Zeitung, 1845, n° 9.

6). Für Galvanoplastiker. Saint-Pétersburg. Zeitung, 1844, n° 131.

# SUÈDE (ROYAUME DE)

NOTA. — Toute l'exposition du royaume de Suède se trouve au rez-de-chaussée du palais.

## GROUPE I

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 2.

PILES ET ACCESSOIRES.

1725. **Administration des Télégraphes de Suède.** — Pile galvanique, construction modifiée par M. C. A. Nyström.

## GROUPE II

TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 4.

CABLES, FILS ET ACCESSOIRES, PARATONNERRES.

1726. **Administration des Télégraphes de Suède.** — Collection d'outils divers pour la construction des lignes télégraphiques.

1727. **Engström** (Edw.), négociant, *Stockholm*. — Crampons en fer pour monter aux poteaux télégraphiques (invention et construction de M. G. Forssberg.)

1728. **Société anonyme de Lessjöfors.** — Fils télégraphiques de fer galvanisé.

1729. **Société anonyme de Skultuna.** — Fils de cuivre à grande conductibilité.

## GROUPE III

ÉLECTROMÉTRIE

—

### CLASSE 5.

APPAREILS SERVANT AUX MESURES ÉLECTRIQUES.

1730. **Lovén** (Christian), professeur à l'école de médecine (Institut Carolin), *Stockholm*. — Électromètre capillaire pour les recherches électro-physiologiques ; construction simplifiée par l'exposant ; — Diapason chronoscopique directement applicable aux appareils enregistreurs (myographes, etc.)

1731. **Thalén** (Robert), professeur à l'Université d'*Upsal*. — Magnétomètre pour exploration de gisements de fer.

1732. **Université de Lund.** — Galvanomètre, construit par M. le professeur Er. Edlund (Stockholm) ; — Appareil pour la détermination quantitative de la chaleur dégagée dans les phénomènes de Peltier, construit par M. le professeur Er. Edlund (Stockholm).

## GROUPE IV

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

—

### CLASSE 6.

TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

1733. **Administration des Télégraphes de Suède.** — Tables à appareils translateurs, duplex et à grande vitesse ; — Transmetteur construit par M. L. Carlander ; — Table d'expérience pour éprouver les lignes aériennes à boussole des tangentes, galvanomètre différentiel et pont de Wheatstone, d'après M. C. A. Nyström ; — Table d'expériences à boussole compensée ; Table d'expériences à boussole non compensée d'après M. C. A. Nyström.

1734. **Administration de l'exploitation des chemins de fer de l'Etat.** — Télégraphe imprimeur à courants inversés, construit par M. J. Stork, directeur des télégraphes des chemins de fer de l'Etat ; — Modèles de sémaphores à serrures électro-magnétiques ; — Disques-

signaux à déclanchement électro-magnétique; — Serrure électro-magnétique pour sémaphores et disques-signaux; — Contact de pont ou ferme-courant pour ponts tournants.

**1735**. **Ericson** (L. M.) **et C°**, mécaniciens, *Stockholm*. — Appareil de tintement dans les clochers pour annoncer les incendies; — avertisseurs d'incendie pour poste de police, d'après M. C. A. Nyström; — Boîte d'alarme pour incendies. B. C. *e*.

**1736**. **Génie militaire suédois**. — Fourgon à fils et à matériaux divers pour télégraphie de campagne; — tente-station de télégraphe de campagne. B. C. *e*.

**1737**. **Wennman** (M.), directeurintérimaire de l'école des élèves télégraphistes de *Stockholm*. — Récepteur à levier combiné pour l'écriture Morse, fonctionnant en duplex, malgré l'inversion du courant; — relais pour le même but.

### CLASSE 7.

TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE.

**1738**. **Ericson** (L. M.) **et C°**, mécaniciens, *Stockholm*. — Téléphone.

**1739**. **Lovén** (Christian), professeur à l'école de médecine (Institut Carolin), *Stockholm*. — Téléphone à mercure.

### CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANTS ET AIMANTS, BOUSSOLES. HORLOGERIE ÉLECTRIQUE.

**1740**. **Blix** (M. G.), docteur en médecine, Upsal. — Myographe.

**1741**. **Holmgren** (Frithiof), professeur à l'Université d'*Upsal*. — Spirographe.

**1742**. **Sörensen** (P. M.), mécanicien de l'Académie des sciences, *Stockholm*. — Météorographe enregistreur, système Theorell; — enregistreur astronomique.

### CLASSE 13.

APPAPEILS DIVERS.

**1743**. **Administration des Télégraphes de Suède**. — Collection de matériel d'enseignement; — Appareil pour lignes artificielles, construit par M. C. A. Nyström.

## GROUPE V

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

—

### CLASSE 14.

GÉNÉRATEURS, MOTEURS A VAPEUR, A GAZ ET HYDRAULIQUES, ET TRANSMISSIONS APPLICABLES AUX INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

**1744**. **Tegnander** C. S. Ingénieur, à *Göteborg*. — Machine à vapeur à grande vitesse, destinée à servir de moteur aux appareils producteurs de l'électricité. B. C. *s*.

## GROUPE VI

BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE

—

### CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC.

**1745**. **Administration de l'exploitation des chemins de fer de l'Etat**. — Collection de dessins d'appareils servant à la manœuvre électrique des ponts tournants.

**1746**. **Norstedt et Söner**, imprimeurs, *Stockholm*. — Collection complète des travaux scientifiques de M. le professeur Er. Edlund, insérés dans les mémoires et dans les bulletins des travaux de l'Académie royale des sciences de Suède.

### CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1747**. **Administration des Télégraphes de Suède**. — Télégraphe électro-magnétique, construit par par MM. J.-F. von Heland et A.-L. Fahmehjelm, 1846; — Relais pour la télégraphie double, construit par M. le professeur Er. Edlund, 1854; — Manipulateur à conduite non interrompue pour la télégraphie double, construit par M. C. A. Nyström. (Mai 1855); — Commutateur construit par M. C. A. Nyström (été de 1856).

# SUISSE (CONFÉDÉRATION)

NOTA. — Toute l'exposition de la Confédération Suisse se trouve au rez-de-chaussée du palais.

## GROUPE I

### PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

#### CLASSE 2.

PILES ET ACCESSOIRES.

1748. **Guillemin** (Etienne), lieutenant-colonel du génie, *Lausanne.*— Pile destinée à la télégraphie militaire et à l'inflammation des mines. Amorces.

#### CLASSE 3.

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

1749. **Bürgin** (Emile), *Bâle*, *Suisse*. — Machine dynamo-électrique à courant continu pour 4 lampes en série; machine dynamo-électrique à courants alternatifs, auto-excitatrice donnant 4 courants indépendants.

## GROUPE II

### TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ

#### CLASSE 4.

CABLES, FILS ET ACCESSOIRES, PARATONNERRES.

1750. **Perrody** (Esprit), *Genève, rue Chaponnière*, 3. — Voie électrique souterraine pour chemins de fer ne faisant qu'un avec la traverse métallique E. Perrody, la même voie indépendante des chemins de fer, pouvant s'appliquer partout ailleurs.

## GROUPE IV

### APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

#### CLASSE 6.

TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX.

1751. **La Direction des télégraphes suisses**, *Berne*. — Appareil à couleur pour courant de travail; appareil à couleur pour courant continu; appareil à couleur avec système de rappel Rothen; station de voyage; relais à translation avec petit manipulateur; manipulateur ord.; manipulateur Duplex; boussole à 32 tours; boussole à 1 et 32 tours; commutateur à 3 lames; commutateur à 10 lames; parafoudre à 2 lames; parafoudre pour 1 fil; switch à translation pour stations intermédiaires avec 1 ligne d'embranchement; sonnette d'alarme; rhéostat cylindrique à résistances variables· pile de 12 éléments charbon-zinc, complétement montés avec buffet; récepteur à pointe sèche; récepteur à pointe sèche à râteau.

#### CLASSE 7.

TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE.

1752. **Amsler** (Alfred), *Schaffhouse, Suisse*. — Microtéléphone à flamme pour la transmission des sons par des conducteurs de grande résistance électrique.

1753. **Société suisse de Téléphones**. — Theiler (Richard), *à Zurich, Suisse*. — Stations téléphoniques complètes (système Theiler).

**1754**. **Hipp** (Matthias), *à Neufchâtel (Suisse)*. — Transmetteurs microphoniques (système Black.) Téléphones.

### CLASSE 8.

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

**1755**. **Bürgin** (Émile), *Bâle (Suisse)*. — Lampes électriques à suspension pouvant être disposées en série sur un même courant, brûlant pendant quatorze heures sans qu'on ait besoin de changer les charbons. — Une lampe à point lumineux fixe avec réflecteur parabolique.

### CLASSE 9.

MOTEURS ÉLECTRIQUES. TRANSPORT DES FORCES.

**1756**. **Bürgin,** *Bâle (Suisse)*. — Moteur électrique (système Bürgin).

### CLASSE 11.

ÉLECTRO-CHIMIE.

**1757**. **Goppelsroeder** (Dr Frédéric), *Mulhouse en Alsace*. — Matières colorantes obtenues par voie électrochimique. — Fibres textiles teintes avec ces colorants. — Appareils pour la production électro-chimique des colorants.

### CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION, ÉLECTRO-AIMANTS ET AIMANTS, BOUSSOLES. HORLOGERIE ÉLECTRIQUE. [redacted]

**758**. **Monnier** (Denis), *Genève*. — Méthanomètre automatique. — Analyseur automatique du grisou.

**1759**. **Hasler** (Gustave), *Berne (Suisse)*. — Instruments météorologiques enregistreurs : barographe, thermographe, hygrographe, anemoombrographe et accessoires. Indicateur du niveau de l'eau.

**1760**. **Hipp** (Matthias), *Neufchâtel (Suisse)*. — Régulateur astronomique sous pression constante. — Régulateur 1/2 seconde commandant des cadrans ordinaires. — Pendule 1/2 seconde commandant électriquement : Un chronographe à bande, un thermographe, un barographe. — Chronoscope pour la mesure des millièmes de seconde. — Appareil enregistreur des niveaux d'eau avec transmetteur. — Boussole différentielle pour la mesure des forts courants. N., *e*. N. E.

### CLASSE 13.

APPAREILS DIVERS.

**1761**. **Brunnschweiler et fils** (fabrique de couleurs et d'encres), *Saint-Gall (Suisse)*. — Couleurs pour appareils télégraphiques Morse et Hughes.

**1762**. **Bürgin** (Émile), *Bâle (Suisse)*. Machine pour l'enflammation des mines. Cet appareil est une petite machine dynamo-électrique portative, mais très puissante. Elle est adoptée par le gouvernement suisse pour le service militaire.

**1763**. **Colladon** (Daniel), *Genève*. — Représentations plastiques des blessures faites aux arbres par la foudre.

## GROUPE VI.

BIBLIOGRAPHIE, HISTOIRE.

—

### CLASSE 15.

COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES D'OUVRAGES CONCERNANT LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUES, PLANS, CARTES, ETC.

**1764**. **Le Dr Goppelsroeder**, *Mulhouse* (Alsace). — Etudes électrochimiques des dérivés du benzol.

**1765**. **Bureau International des Administrations télégraphiques**, *Berne (Suisse)*. — Publications administratives et scientifiques concernant la télégraphie : Cartes des réseaux. Nomenclature des bureaux. Statistique. Journal télégraphique. Actes des Conférences internationales, etc.

**1766**. **Colladon** (Daniel), *Genève*. — Mémoire sur les effets de la foudre sur les plantes ligneuses. Emploi des arbres comme paratonnerres, 1872. — Contributions à l'étude de la grêle et des trombes aspirantes, 1879.

## CLASSE 16.

COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS CONCERNANT LES ÉTUDES PRIMITIVES ET LES APPLICATIONS LES PLUS ANCIENNES DE L'ÉLECTRICITÉ.

**1767. Colladon** (Daniel), *Genève*. — Galvanomètre (année 1826) pour courants d'électricité atmosphérique. — Appareil employé dans une expérience électro-dynamique faite en collaboration avec Ampère (année 1827).

**1768. Hipp** (Matthias) *Neuchâtel* (*Suisse*). — Télégraphe écrivant construit en 1849. Appareil Morse écrivant à l'encre construit en 185

# ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

---

## SALLES DU PREMIER ÉTAGE.

Salle nº 1. Galerie de tableaux. **Compagnie générale belge de lumière électrique,** 27, *rue Tronchet, à Paris* (Lampe Soleil).

Salle nº 2. Théâtre. **Compagnie générale d'électricité,** 12, *avenue de l'Opéra, à Paris* (système Werdermann).

Salle A. Salon du Président de la République. **Compagnie générale d'électricité,** 12, *avenue de l'Opéra, à Paris* (système Reynier).

Salle nº 3. Salon (système Jamin). — Salle à manger (système Werdermann). — **Compagnie générale d'électricité**, 12, *avenue de l'Opéra, à Paris.*

Salle nº 4. Vestibule. Cuisine. Salle de bain. **Société générale d'électricité « Force et Lumière »**, 5, *avenue de l'Opéra, à Paris.*

Salles Nºs 5 et 6. **Compagnie générale d'électricité**, 12, *avenue de l'Opéra, à Paris* (système Jamin).

Salle B. **Compagnie générale d'électricité** 12, *avenue de l'Opéra, à Paris* (système Jablochkoff).

Salle nº 7. **Société générale d'électricité « Force et Lumière »**, 5, *avenue de l'Opéra, à Paris.*

Salle nº 8. **Anglo American Brush Electric Light Corporation Limited,** 74, *Hatton garden, à Londres.*

Salle nº 9. **M. de Meritens**, 59, *rue des Martyrs, à Paris.*

Salle nº 10. **MM. Sautter, L. Lemonnier et Cie**, 26, *avenue de Suffren, à Paris.*

Salle nº 11. **Compagnie générale d'électricité**, 12, *avenue de l'Opéra, à Paris* (système Jablochkoff).

Salles nº 12. **Société espagnole d'électricité**, 10, *Rambla del Canalettas, à Barcelone.*

Salle nº 13. **MM. Siemens frères** (M. G. Boistel, représentant, 8, *rue Picot, à Paris*).

Salle nº 14. **Compagnie parisienne d'éclairage par l'électricité,** 25, *rue Dufrenoy, à Paris.*

Salle C. **United States electric lighting Cº** (système Maxim), 120, *Broadway, à New-York*, et 15, *avenue de l'Opéra, à Paris.*

Salle nº 15. **M. Jaspar**, 12, *rue Jonfosse, à Liège.*

Salle nº 16. **M. Anatole Gérard,** 8, *passage Cottin, à Paris.*

Salle n° 17. **The Bristish Electric Light C°,** *Heddon street, Regent street, à Londres.*

Salle n° 18. **MM. Mignon et Rouart,** 137, *boulevard Voltaire, à Paris.*

Salle n° 19. **Société Lyonnaise de constructions mécaniques et de lumière électrique,** 19, *rue de Grammont, à Paris.*

Salle n° 20. **M. James Fyfe,** 52, *Queen Victoria street, à Londres.*

Salle n° 21. **Swans Electric Light C° Limited,** 13, *Mosley street, Newcastle-on-Tyne.*

Salle n° 22. **Anglo American Brush Electric Light Corporation Limited,** 74, *Hatton garden, Londres.*

Salle D. **Swans Electric Light C°, Limited,** 13 *Mosley street, Newcastle-on-Tyne.*

Salles n^os^ 23 et 24. **M. Thomas A. Edison,** *Menlo Park, U. S. A.*

## ESCALIERS.

*Grand escalier d'honneur. Pavillon Nord.*

Rez-de-chaussée : système Werdermann (**Compagnie générale d'électricité,** 12, *avenue de l'Opéra, à Paris*).

Palier du 1^er^ étage. **M. Thomas A. Edison,** *Menlo Park; V. S. A.*

*Escalier du Pavillon N.-O.*

Rez-de-chaussée et palier du 1^er^ étage. Système Jamin (**Compagnie générale d'électricité,** 12, *avenue de l'Opéra, à Paris*).

## GRANDE NEF.

*Rez-de-chaussée.*

Motif central : groupe de fonte artistique disposé en fontaine jaillissante, fondu et mis en place par **M. Antoine Durenne,** 30, *rue de la Verrerie.* — Décoration peinte de la tour du phare exécutée par **MM. Rubé et Chapron,** décorateurs du théâtre national de l'Opéra. — Quatre lampadaires de fonte artistique à figures, placés au pourtour du bassin central fournis par **M. Antoine Durenne.** — L'escalier placé à l'extrémité ouest de la grande nef a été construit par **M. Tétard,** entrepreneur, 130, *rue du Chevaleret, à Paris.* — Serre d'expériences construite par **MM. G. Sohier et C^ie^,** 121, *rue Lafayette, à Paris.*

## PREMIER ÉTAGE.

*Galerie de pourtour ; côté Ouest.*

Tapisseries anciennes provenant de la collection de **M. Braquenié.** — Lampadaires de bronze à figures, appareillés pour l'éclairage électrique, fournis par **M. Barbedienne,** fabricant de bronzes d'art, *boulevard Poissonnière, à Paris.* — Grands panneaux de faïence décorative provenant des ateliers de **MM. Boulenger et C^ie^,** *à Choisy-le-Roi.*

Les écussons décoratifs portant inscrits à leur centre des noms d'électriciens

célèbres ont été peints par **M. Lavastre jeune**, décorateur du théâtre national de l'Opéra.

## SALLES DU Ier ÉTAGE

Salon du Président de la République :

Tentures décoratives fournies par **MM. Duplan et Hamot**, 75, *rue de Richelieu, à Paris.*

Soubassement de papier peint fourni par **MM. Gillou et fils**, 5 et 7, *passage Charles-Dallery, à Paris.*

Cheminée monumentale, style renaissance, de **M. J. Duval**, tapissier décorateur, 13 et 15, *boulevard de la Madeleine.*

Bronzes d'art appareillés pour l'éclairage électrique fournis par **MM. Susse frères**, 31, *place de la Bourse, à Paris.*

Meubles fournis par : le **Mobilier National** (M. Williamson, administrateur), par MM. Duplan et Hamot, et par M. J. Duval.

### SALLE N° 1.

*Galerie de tableaux.*

Tableaux acquis par l'Etat et provenant de l'exposition des Beaux-Arts de 1881.

### SALLE N° 2.

*Théâtre.*

Matériel de scène provenant des magasins du **Mobilier National.**

Décor peint par **MM. Rubé et Chapron**, décorateurs du théâtre national de l'Opéra.

Devanture d'avant-scène peinte par **M. Lavastre jeune**, décorateur du théâtre national de l'Opéra.

Tenture des murs de la salle : Tapisseries anciennes provenant de la collection de **M. Braquenié.**

Maquette de décoration indiquant la disposition de l'éclairage d'une scène de théâtre. — Exposition historique de l'éclairage des scènes de théâtre (**MM. Garnier**, membre de l'Institut, architecte de l'Opéra; **Nuitter**, archiviste de l'Opéra, et **Th. de Lajarthe**, bibliothécaire de l'Opéra.)

### SALLE N° 3.

*Salle à manger.*

Cheminée de faïence, genre Bernard Palissy, fournie par **M. G. Pull**, 122, *rue Blomet, à Paris.*

Papiers peints des murs fournis par **M. Dumas** (maison Barbedienne), 24 *et* 26, *rue Notre-Dame des Victoires, à Paris.*

Meubles et accessoires fournis par la Société anonyme du Palais Bonne nouvelle (**La Ménagère**, 20, *boulevard Bonne-Nouvelle*, M. P.-C. Drugé, administrateur délégué).

## SALON.

Grande cheminée de marbre, avec son dessus, fournie par **M. Parfonry**, 62, *rue Saint-Sabin, à Paris.*

Soubassement de papier peint fourni par **MM. Gillou et fils.**

Tentures des murs : Etoffes riches de tenture fournies par **MM. Duplan et Hamot.**

Tapisseries modernes d'Aubusson, 2 panneaux : « *La Chasse* » et « *la Pêche* » fournis par **MM. Braquenié, et Cie**, 16, *rue Vivienne, à Paris.*

Toiles peintes en reproduction de vieilles tapisseries « la Toilette d'Andromède » et verdure Renaissance fournies par **M. Salagnad**, 10, *rue Royale, à Paris.*

Tentures d'applique et meubles fournis par **MM. Fleck frères** (Magasins du Tapis rouge, 65 et 67, *faubourg Saint-Martin, à Paris*).

Coffre d'un piano à clavier électrique fourni par **M. Baehr**, 11, *rue des Récollets, à Paris.*

## SALLE N° 4.

### *Vestibule.*

Grande glace fournie par **M. Chamouillet**, *rue Saint-Honoré*, 414, *à Paris.*

Papier décoratif de tenture des murs fourni par **M. Follot**, 9, *rue Beccaria, à Paris.*

Meubles provenant des magasins de **MM. A Damon et Cie** (Ancienne maison Krieger et H. Racault), 74, *faubourg Saint-Antoine.*

### *Cuisine.*

Revêtement des murs : en carreaux de faïence décorative fournis par **MM. Boulenger et Cie** *de Choisy-le-Roi*, en collaboration avec **M. Adrien Bruneau**, 22, *rue des Petites-Ecuries.*

Mobilier, fourneau et ustensiles fournis par la Société anonyme du Palais Bonne nouvelle (**La Ménagère**, 20, *boulevard Bonne-Nouvelle* ; M. P. C. Drugé administrateur délégué).

### *Salle de bain.*

Revêtement des murs :

Faïences décoratives fournies par **MM. Boulenger et Cie**, *de Choisy-le Roy*, en collaboration avec **M. Adrien Bruneau.**

Accessoires et mobilier fournis par la Société anonyme du Palais Bonne nouvelle (**La Ménagère**, M. P. C. Drugé, administrateur délégué).

## SALLES Nos 7, 8.

### *Auditions téléphoniques.*

Tapisseries servant à la garniture extérieure et intérieure des salons d'audition, fournies par **M. L. Dalsème**, 21, *rue Saint-Marc, à Paris.*

## SALLE N° 9.

*Bibliothèque.*

Bibliothèque de bois sculpté, fournie par **MM. Fleck** (Magasins du Tapis-Rouge, *à Paris.* — Corps de bibliothèque fourni par le **Cercle de la Librairie,** *boulevard Saint-Germain, n° 117, à Paris.*

## SALLE D

*Salle des séances du Congrès International des Électriciens et des Conférences.*

Meubles, estrades, tribunes, fournis par **MM. Lecœur et C[ie]**, entrepreneurs, 23, *rue de Humboldt, à Paris.*

Tapisseries fournies par **M. Bellenot,** *rue de Rome*, 3.

*Pourtours du 1[er] étage, salles d'exposition du 1[er] étage et grande nef.*

Sièges et bancs divers, fournis par **MM. Fleck frères,** (Magasins du Tapis-Rouge), la Société anonyme du Palais Bonne-Nouvelle (**La Ménagère,** M. P. C. Drugé, administrateur délégué) et **MM. Allez frères,** 1, *rue Saint-Martin, à Paris.*

Buste de la République, d'après M. Francia, sculpteur, *Paris.*

*Gares d'arrivée et de départ du tramway électrique.*

Machines à dater les billets en pointillé à jour fournies par **M. E. Ravasse,** constructeur, 203 et 205, *rue Lafayette, à Paris.*

# TABLE DES MATIÈRES

## FRANCE.


. IV, cl. 6, p. 21 ; — gr. IV, cl. 7, p. 28,
cl. 13, p. 46.
aréostation météorologique, Gr. IV, cl. 13;

de la Soc. Nouvelle d'embragage par
té, Gr. IV, cl. 6, p. 21.
t Oriol. Gr. II, cl. 4, p. 16.
IV, cl. 8, p. 29.
Gr. V, cl. 14, p. 52.
. VI, cl. 15, p. 57.
(d') Gr. IV, cl. 6, p. 21.
aîné. Gr. IV, cl. 12, p. 40; — gr. VI,
57.
jeune. Gr. VI, cl. 15, p. 57.
. IV, cl. 8, p. 29; — gr. IV, cl. 10, p. 37.
française pour l'avènement des sciences.
15, p. 57.
Gr. I, cl. 2, p. 12.
Clément. Gr. IV, cl. 8, p. 29.
(de). Gr. IV, cl. 6, p. 21 ; — gr. IV, cl. 8,

I, cl. 2, p. 12; — gr. 4, cl. 8, p. 29.
e. Gr. IV, cl. 8, p. 29.
n.-Fr.). Gr. I, cl. 2, p. 12; — gr. II, cl. 4,
gr. IV, cl. 12, p. 40; — gr. IV, cl. 13,

thurin). Gr. I, cl. 2, p. 12.
scal). Gr. IV, cl. 13, p. 46.
e). Gr. IV, cl. 8, p. 29.
V, cl. 14, p. 52.
. VI, cl. 15, p. 57.
IV, cl. 10, p. 37.
Gr. IV, cl. 13, p. 47.
t fils. Gr. V, cl. 14, p. 52.
Cie. Gr. I, cl. 2, p. 12.
I, cl. 2, p. 12; — gr. IV, cl. 13, p. 47.
Cie. Gr. IV, cl. 6, p. 21 ; — gr. IV, cl. 12,

ris). Gr. I, cl. 2, p. 12 ; — gr. I, cl. 3,
gr. IV, cl. 8, p. 29; — gr. IV, cl. 9,
gr. IV, cl. 13, p. 47.
ille). Gr. IV, cl. 13, p. 47.
VI, cl. 15, p. 57.
IV, cl. 6, p. 21.
I, cl. 15, p. 57.
trand-Taillet. Gr. IV, cl. 8, p. 29.
. I, cl. 2, p. 12; — gr. II, cl. 4, p. 17.
(de la). Gr. IV, cl. 13, p. 47.
IV, cl. 13, p. 47.
IV, cl. 12, p. 40.
r. IV, cl. 8, p. 29 ; — gr. IV, cl. 13, p. 47.
r. VI, cl. 15, p. 57.
Cie. Gr. V, cl. 14, p. 52.
I, cl. 3, p. 15 ; — gr. III, cl. 5, p. 20 ;
V, cl. 6, p. 21 ; — gr. IV, cl. 7, p. 28; —
. 9, p. 34.
Gr. I, cl. 2, p. 12; — gr. IV, cl. 11, p. 38;
, cl. 13, p. 47.
Mora. Gr. I, cl. 1, p. 11 ; — gr. I, cl. 2
— gr. I, cl. 3, p. 15; — g. II, cl. 4,
gr. IV, cl. 6, p. 21 ; — gr. IV, cl. 8, p. 29;
V, cl. 9, p. 34; — gr. IV, cl. 10, p. 37; —
l. 11, p. 38; — gr. IV, cl. 12, p. 40; —
l. 13, p. 47.

Biron. Gr. IV, cl. 6, p. 21.
Bisson. Gr. IV, cl. 12, p. 40.
Bizot. gr. I, cl. 2, p. 12 ; — gr. IV, cl. 12, p. 40 : — gr. VI, cl. 15, p. 57.
Blanc. Gr. IV, cl. 6, p. 22.
Blondeau. Gr. V, cl. 12, p. 41.
Blondlot. Gr. VI, cl. 15, p. 58.
Blouzon. Gr. I, cl. 2, p. 12; — gr. IV, cl. 8, p. 29; — gr. VI, cl. 14, p. 52.
Boileau père. Gr. II, cl. 4, p. 17.
Boivin. Gr. II, cl. 4, p. 17 ; — gr. IV, cl. 6, p. 22; — gr. IV, cl. 13, p. 47.
Bonis (Mme). Gr. II, cl. 4, p. 17.
Bonneau. Gr. IV, cl. 13, p. 47.
Bontemps. Gr. IV, cl. 12, p. 41.
Borel. Gr. VI, cl. 15, p. 58.
Borrel. Gr. I, cl. 4, p. 17 ; — gr. IV, cl. 6, p. 22; — gr. IV, cl. 12, p. 41.
Boudet de Pâris. Gr. IV, cl. 7, p. 28 ; — gr. IV, cl. 10, p. 37.
Boudreaux, Gr. IV, cl. 11, p. 38.
Boulet et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 52.
Bourdin. Gr. I, cl. 2, p. 12 ; — gr. I. cl. 3, p. 15 ; — gr. IV, cl. 8, p. 29 ; — gr. IV, cl. 9, p. 34 ; — gr. IV, cl. 12, p. 41 ;
Bourdin gr. IV, cl. 13, p. 47.
Bourgeois. Gr. V, cl. 14, p. 52.
Bourseul. Gr. IV, cl. 7, p. 28.
Breguet. Gr. I, cl. 1 p. 11 ; — gr. I, cl. 2, p. 12 ; — gr. I, cl. 3, p. 15 ; — gr. II, cl. 4, p. 17 ; — gr. III, cl. 5, p. 20 ; — gr. IV, cl. 6, p. 22 ; — gr. IV, cl. 7, p. 28 ; — gr. IV, cl. 8, p. 29 ; — gr. IV, cl. 9, p. 34, — gr. IV, cl. 10, p. 37 ; — gr. IV, cl. 1, p. 38 ; — gr. IV, cl. 12, p. 41 ; — gr. IV, cl. 13, p. 47 ; — gr. VI, cl. 15. p. 58 ; — gr. VI cl. 16, p. 61
Breguet (Ant.). Gr. VI, cl. 15, p. 58; — gr. VI. cl. 16, p. 61.
Brewer frères. Gr. I, cl. 2. p. 12; — Gr. IV, cl. 10 p. 37.
Brin frères. Gr. IV, cl. 13, p. 47.
Bunon. Gr. IV, cl. 10, p. 47.
Brisse. Gr. VI, cl. 15, p. 58.
Buss. Gr. V, cl. 14, p. 53.
Cacheleux. G. IV, cl. 6, p. 22; — gr. IV, cl. 12, p. 41.
Cahen. Gr. IV, cl. 13, p. 47.
Clandre. Gr. VI, cl. 15, p. 58.
Callaud. Gr. I, cl. 2, p. 12; — gr. II, cl. 4. p. 17
Cance. Gr. I, cl. 3, p. 15; — gr. 4, cl. 8. p. 30 ; — gr. IV, cl. 9, p. 35; — gr. IV, cl. 12. p. 41.
Canson et Mongolfier (Soc. anonyme des papeteries de Vidalon). gr. I, c., 5, p. 2[illegible].
Caron. Gr. IV, cl. 13, p. 41; — gr. IV. cl. 13, p. 47.
Carpentier. Gr. cl. I, p. 11 ; — gr. III, cl. 5, p. 20 ; gr. IV, cl. 6, p. 22; — gr. IV, cl. 12, p. 41.
Carré (Edmond). gr. I, cl. 1, p. 11 ; — gr. IV, c 8, p. 30.
Carré (Ferdinand). Gr. I, cl. 1, p. 11 ; — gr. I, cl. 2, p. 13 ; — gr. 1, cl. 3, p. 15 ; — gr. IV, cl. 8, p. 30 ; — gr. IV, cl. 12, p. 41.
Carne. Gr. II, cl. 4, p. 17.
Casalonga. gr. VI, cl. 15, p. 58.
Cazésus. Gr. IV, cl. 6, p. 22.
Céfrey. Gr. IV, cl. 6, p. 22.

Chabrier. Gr. IV, cl. 14, p. 47.
Chaligny et Guyot-Sionnest. Gr. V cl. 13 p. 53.
Chambrier. Gr. IV, cl. 6, p. 22; — gr. IV, cl. 12, p. 41.
Chameroy. Gr. I, cl. 3, p. 15; — gr. IV, cl. 6, p. 22; — gr. IV, cl. 9, p. 35.
Changy (de). gr. IV, cl. 13, p. 48.
Chapart et Seng. Gr. IV, cl. 6, p. 22.
Chapuis. Gr. I, cl. 2, p. 12; — gr. IV, cl. 13, p. 48.
Chappée. Gr. II, cl. 4, p. 17.
Charpentier. Gr. IV, cl. 13, p. 48.
Chardin. Gr. IV, cl. 10, p. 37.
Charlot et Cie. Gr. II. cl. 4, p. 17.
Charrière et Cie. Gr. IV, cl. 12, p. 41.
Chaudron. Gr. IV, cl. 6, p. 22.
Chauvin et Marin-Darbel. Gr. II, cl. 4, P. 17.
Chenot. Gr. IV, cl. 13, p. 48.
Chertemps. Gr. IV, cl. 8, p. 30.
Chollet et Bézard. Gr. IV, cl. 8, p. 30.
Choné (Dr.). Gr. IV, cl. 6, p. 22.
Chrétien. Gr. IV, cl. 9, p. 35.
Christofle et Cie. Gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. IV, cl. 13, p. 48.
Chutaux. Gr. I. cl. 2, p. 13; — gr. IV, cl. 6, p. 22; — Gr. IV, cl. 9, p. 35; — gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. IV, cl. 12, p. 41.
Clémandot. Gr. IV. cl. 8, p. 30.
Clerc. Gr. IV, cl. 3, p. 15, — gr. IV, cl. 8, P. 30.
Collège de France. Gr. IV, cl. 12, p. 41; — gr. VI, cl. 16, p. 62.
Collet et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 53.
Collin. Gr. II, cl. 4, p. 17; — gr. IV, cl. 6, p. 22; — Gr. IV, cl. 12, p. 41; — gr. IV, cl. 13, p. 48.
Combettes (de). Gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 10, p. 37; — gr. IV, cl. 12, p. 42; — gr. IV, cl. 13, p. 48.
Compagnie anonyme des forges de Châtillon et Commentry. Gr. II, cl. 4, p. 17.
Compagnie des chemins de fer de l'Est. Gr. IV, cl. 6, p. 23. — Gr. IV, cl. 12, p. 42. — gr. V, cl. 14, p. 53.
Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. IV, cl. 6, p. 23; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 8, p. 30; — gr. IV, cl. 12, p. 42; — gr. IV, cl. 13, p. 48; — gr. VI, cl. 16, p. 62.
Compagnie des chemins de fer d'Orléans. Gr. IV, cl. 6, p. 23.
Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. Gr. IV, cl. 6. p. 23.
Compagnie des chemins de fer du Nord. Gr. IV, cl. 6, p. 23; — gr. IV, cl. 8, p. 30.
Compagnie des Moteurs à Gaz, Gr. V, cl. 14, p. 53.
Compagnie générale d'éclairage électrique. Gr. I, cl. 3, p. 15; — gr. IV, cl. 8, p. 30.
Compagnie parisienne d'éclairage par l'électricité (ancienne alliance) Gr. I, cl. 3, p. 15; — gr. IV, cl. 8, p. 30.
Compagnie française de Celluloïd. Gr. IV, cl. 13, p. 48
Cordier. Gr. V. cl. 14, p. 53.
Coronat. Gr. I, cl. 2, p. 13.
Cottens. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Courtot. Gr. I, cl. 1, p. 11; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. IV, cl. 13, p. 48.
Crespin. Gr. IV, cl. 6, p. 23.
Crosse. Gr. IV, cl. 6, p. 23; — gr. IV, cl. 7, p. 28.
Dalifol et Cie. Gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. IV, cl. 12, p. 42.
Dalmas (de), Gr. IV, cl. 13, p. 48.
Damoiseau et Petitpont. Gr. I, cl. 3, p. 15.
Dandigny. Gr. IV, cl. 8, p. 30; — gr. IV, cl. 9, p. 35; — gr. V, cl. 14, p. 53.
Debayeux. G. IV, cl. 6, p. 23; — gr. IV, cl. 13, p. 48.
Deblé. Gr. V, cl. 14, p. 53.
Debrun et Law. Gr. IV, cl. 12, p. 30; — gr. IV, cl. 12, p. 42.
Deffez. Gr. I, cl. 1. p. 11.
Déhérain. Gr. IV, cl. 8. p. 31.
Delagarde. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Delahaye. Gr. IV, cl. 6, p. 23.
Delamotte. Gr. IV. cl. 13, p. 48.
De la Roche. Gr. IV, cl. 12. p. 42; — gr. IV, 13, p. 48.
Delaurier. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. I, cl. 3, p. 15; — gr. III, cl. 5, p. 20; — gr. IV, cl. 8, p. 31; — gr. IV, cl. 8. p. 35; — gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. IV, *cl. 13, p. 48;*
Delaye. Gr. IV, cl. 8, p. 31, salle 17.
Deleuil. Gr. I, cl. 2. p. 13; — gr. II, cl. 4, p. 17; — gr. IV, cl. 12, p. 42.
Demilly. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Denis. Gr. IV, cl. 12, p. 42.
Deschiens. Gr. III, cl. 5, p. 20; — gr. IV, cl. 6, p. 23; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 12, p. 42; — gr. IV, cl. 13, p. 48.
Deshayes. Gr. IV, cl. 12. p. 42.
Desruelles et Bourdoncle. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. IV, cl. 6, p. 23; — gr. IV. cl. 8, p. 29; — gr. IV, cl. 9, p. 35; — gr. IV, cl. 10, p. 37; — gr. IV, cl. 13, p. 47.
Dhamelincourt. Gr. IV, cl. 12, p. 42.
Digney. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. III, cl. 5, p. 20. — gr. IV, cl. 6, p. 23.
Dienst. Gr. IV, cl. 12, p. 42.
Domange. Gr. V, cl. 14, p. 55.
Domont. Gr. V, cl. 14, p. 54.
Donnay. Gr. V, cl. 14, p. 54.
Dopfeld. G. II, cl. 14, p. 54.
Dorizon. Gr. IV, cl. 6, p. 23.
Douce et Cie. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. II, cl. 4 p. 17; — gr. IV, cl. 6, p. 23
Douhet (Comte de) Gr. IV, cl. 8, p. 31.
Drault. Gr. IV, cl. 11.
Dronier. Gr. IV, cl. 13, p. 48.
Druelle. Gr. IV, cl. 13, p. 48.
Dubois et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 54.
Dubos. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. I, cl. 3, p. 15; — Gr. IV, cl. 8, p. 31; — gr. IV, cl. 9, p. 35; — gr. IV, cl. 10, p. 37; — gr. IV, cl. 12, p. 45.
Duboscq. Gr. IV, cl. 8, p. 31; — gr. IV, cl. 12, p. 42.
Duchesne-Fournet. Gr. IV, cl. 8, p. 31.
Ducousso (frères) Gr. IV, cl. 6, p. 24.
Ducretet et Cie. Gr. I. cl. 1, p. 11; — gr. III, cl. 5, p. 20; — gr. IV, cl. 7. p. 28; — gr. IV, cl. 9, p. 35; — gr. IV, cl. 10, p. 37; — gr. IV, cl. 12, p. 42.
Ducrot. Gr. VI, cl. 15, p. 58.
Dumont. Gr. V, cl. 14, p. 54.
Dumoulin-Froment. Gr. IV, cl. 12, p. 42; — gr. VI, cl. 16, p. 62.
Duneau. Gr. VI, cl. 16, p. 62.
Dunod. Gr. VI, cl. 15, p. 58.
Ecole d'horlogerie de Paris. Gr. IV, cl. 12, p. 42.
Electricien. Gr. IV, cl. 13, p. 49; — gr. VI, cl. 15, p. 49.
Eliners. Gr. IV, cl. 13, p. 49.
Encausse et Canesie. Gr. IV, cl. 10, p. 47.
Engel. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. IV, cl. 8, p. 31.
Estienne. Gr. III, cl. 5, p. 20; — gr. IV, cl. 6, p. 24; — gr. IV, cl. 12, p. 42; — gr. IV, cl. 13, p. 49; — gr. VI, cl. 15, p. 59.
Farcot (Emmanuel). Gr. V, cl. 14, p. 54.
Farcot (Joseph) Gr. V, cl. 14, p. 54.
Felber. Gr. IV. cl. 13, p. 49.
Félix. Gr. IV, cl. 9, p. 35.
Feraud. Gr. I, cl. 2, p. 13.
Feuquières. Gr. IV. cl. 10, p. 38; — gr. IV, cl. p. 39.
Ferry et Millet Gr. V, cl. 14, p. 54.
Firmin-Didot. Gr. VI, cl. 15, p. 59.
Flogny. Gr. IV, cl. 9, p. 35.
Folie. Gr. IV. cl. 11, p. 39.
Fontaine. Gr. VI, cl. 15, p. 59.
Fontanié. Gr. IV, cl. 10 p. 38.
Fontenilles. Gr. II, cl. 4, p. 17; — gr. IV, cl. 6, p.
Fossey. Gr. IV, cl. 13, p. 49.
Frémont. Gr. IV, cl. 13, p. 49.
Frenais. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Frion et Thierré. Gr. II, cl. 4, p. 17; — gr. I, cl. 2, p. 13.
Gager, Gauthier et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 54.
Gagneau et Cie. Gr. XIV, cl. 8, p. 31.
Gaiffe. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. I, cl. 3, p. 15; — gr. III, cl. 5, p. 20; — gr. IV, cl. 6, p. 24; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 8, p. 31; — gr. IV, cl. 10, p. 38; — gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. IV, cl. 12, p. 43; — gr. IV, cl. 13, p. 49.
Gallet. Gr. IV, cl. 12, p. 43;
Gallet. gr. IV. cl. 13, p. 49.
Garnier. Gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. IV, cl. 12, p. 43 —
Gary. Gr. IV, cl. 12, p. 43; — gr. IV, cl. 13, p. 49 —
Gaulard. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. IV, cl. 8, p. 31 —

IV, cl. 6, p. 24; — gr. IV, cl. 9, p. 35.
V, cl. 9, p. 35.
IV, cl. 6. p. 24.
cher et Cie. Gr. IV. cl. 9, p. 35; — gr.
. 54.
IV, cl. 6, p. 24; — gr. IV, cl. 13.

V, cl. XIV, p. 54.
, cl. 3, p. 15; — gr. IV, c 8, p. 31;
mot. Gr. IV, cl. 13, p. 49. 13
IV, cl. 6, p. 24; — gr. IV, cl. 9, p. 49.
ère et Cie. Gr. VI, cl. 15, p. 5
VI, cl. 15, p. 59.
cl. 2, p. 13; — gr. IV, cl. 7, p. 28;
cl. 12, p. 43.
I, cl. 3, p. 15: — gr. IV, cl. 8, p. 31;
l. 12, p. 43.
l. 3, p. 15; — gr. IV, cl. 9, p. 35; —
13, p. 49.
cl. 6, p. 24.
, cl. 2. p. 13; — gr. IV. cl. 8, p. 31.
IV, cl. 13, p. 49.
V. cl. 13, p. 49.
VI, cl. 16, p. 62.
cl. 6, p. 24.
G. VI, cl. 16, p. 24.
IV, cl. 6, p. 24.
cl. 9, p. 35.
. Gr. IV, cl. 9, p. 35: — gr. IV, cl.

IV, cl 6, p. 24.
cl. 13, p. 49
IV, cl. 13, p. 49.
Gr. IV, cl. 12, p. 43.
. IV, cl. 12, p. 43.
, cl. 6, p. 24; — gr. IV, cl. 10, p. 38:
l. 12, p. 43.
. cl. 2, p 13.
. IV, cl. 6, p. 24.
IV. cl. 8, p. 31; — gr. IV, cl. 9,
IV, cl. 13, p 49.
Cie. Gr. IV, cl. 12, p. 43; — gr. IV,
9; — gr. V, cl. 14, p. 54.
, cl. 13, p. 49.
in Lehalleur. Gr. II, cl. 4, p. 17.
ie. Gr. VI, cl. 15, p. 59.
telot. Gr. V, cl. 14. p. 54.
Biema. Gr. V, cl. 14. p. 54.
et Lignereux. Gr. I, cl. 3, p. 16; —
4, p. 17. — Gr. III, cl. 5, p. 20; —
3. p. 24; — gr. IV, cl. 12, p. 43; —
15, p. 59.
. Gr. IV, cl. 12, p. 43.
, cl 13, p. 50.
e fils. Gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. IV,
4.
V, cl. 6, p. 24.
, cl. IV, p. 25; — gr. IV, cl. 7, p. 28;
8, p. 31; — gr. IV, cl. 9. p. 35.
Gr. V, cl. 14, p. 54.
cl. 4, p. 18.
r. VI, cl. 15, p. 59.
res. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
VI, cl. 15, p. 59.
cl. 2, p. 13; — gr. II, cl. 4, p. .
cl. 3, p. 15; — gr. IV, cl. 9, p. 36.
I, cl. 1, p. 11.
itfort. Gr. V, cl. 14, p. 55.
rral. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
. II, cl. 4, p. 18.
cl. 14, p. 55.
in. Gr. IV, cl. 8, p. 31; — gr. IV, cl. 9,
. V, cl. 14, p. 55.
Cie. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
V, cl 14, p. 55.
VI, cl. 15, p. 59.
Gr. I, cl. 2, p. 18.
Gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. IV, cl. 12,

III, cl. 5, p. 20; — gr. VI, cl 15,

V, cl. 12, p. 43.
II, cl. 4, p. 18; — gr. IV, cl. 6, p. 25;
l. 8, p. 31; — gr. IV, cl. 13, p. 50.
cl 13, p. 50.

Jobert. Gr. VI, cl. 15, p. 59.
Joly. Gr. IV, cl. 6, p. 25.
Jordery. Gr. IV, cl. 6, p. 25.
Jourdan. Gr. I, cl. II, p. 13.
Journal « La lumière électrique ». Gr. VI, cl. 15, p. 59
Journaux. Gr. IV, cl. 9. p. 36.
Julien et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 55.
Juzan. Gr. IV, cl. 9, p. 36
Kalesky. Gr. V, cl. 14, p. 55.
Kern. Gr. IV, cl. 13, p. 50; — gr. V, cl. 14, p. 55.
Labiscarre. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
Lacanau. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
Lagarde. Gr. IV, cl 4, p. 18; — gr. IV, cl. 12, p. 43.
Lagréné (de). Gr. IV, cl. 13, p. 50.
Lapointe. Gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. IV, cl. 6, p. 24.
La Revue scientifique de la France et de l'étranger, Gr. VI, cl. 15, p. 59.
Larmenjat. Gr. IV, cl. 9, p. 36.
Lartigue. Gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. VI, cl. 15, p. 59.
Lattuada. Gr. IV, cl. 12, p. 43.
Laveissière et fils. Gr. II, cl. 4, p. 18.
Leblanc et Loiseau. Gr. IV, cl. 6, p. 25.
Le Brun. Gr. IV, cl. 10, p. 38.
Le Chippey. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
Leclerc. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Legat. Gr. IV, cl 14.
Le Goarant de Tromelin. Gr. IV, cl. 12, p. 44.
Legras. Gr. I, cl. I, p. 11; — gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. II, cl. 4, p. 18; — gr. IV, cl. 13, p. 50.
Leguay. Gr. III, cl. 5, p. 20; — gr. IV, p. 12, p. 44; — gr. VI, cl. 15, p. 59.
L'Hote. Gr. IV, cl. 8, p. 32.
Leipmann. Gr. VI, cl. 15, p. 60.
Lemoine. Gr. IV, cl. 12, p. 44.
Leuczewski et Cie. Gr. II, cl. 4, p. 18; — gr. III, cl. 5, p. 20; — gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. IX, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. IV, cl. 12. p. 44.
L'etard. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
Le Tellier et Vestrait. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
Lethuillier et Pinel. Gr. V, cl. 14, p. 55.
Letourneau. Gr. IV, cl. 6, p. 25.
Létrange et Cie. Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. II, cl. 4 p. 18; — gr. IV, cl. 6, p. 25.
Le Tual. Gr. VI, cl. 15, p. 60.
Le Vavasseur et Ouachée. Gr. IV, cl. 13, p. 50.
Lévy. Gr. V, cl. 14, p. 55.
Lichtenfelder. Gr. II, cl. 4, p. 18.
Liebermann. Gr. V, cl. 14, p. 55.
Liébert. Gr IV, cl. 8, p. 32.
Lionnet. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Loiseau. Gr. I, cl. 2, p. 13.
Loiseau et Guichard. Gr. IV, cl. 12, p. 44; — gr. IV cl. 12, p. 44
Luizard. Gr. I, cl. 1, p. 11; — gr. IV, cl. 12, p. 44,
Mache et Cie (Sor. de l'Electrophone). Gr. I, cl. 2, p. 13; — gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. IV, cl. 7. p. 28.
Malhé et Girard. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Maleron. Gr. IV, cl. 13, p. 51.
Mandroux. Gr. IV, cl. 6, p. 25.
Mangenot Gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. II, cl. 4. p. 18; — gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. IV, cl. 7, 28; — gr. IV, cl. 10, p. 38.
Manufacture Nationale des Gobelins. Gr. IV, cl. 8, p. 32.
Mantelet et Joly. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Marcillac. Gr. III, cl. 5, p. 21; — gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. VI, cl. 15, p. 60.
Masson. Gr. VI, cl. 15, p. 60.
Mathieu. Gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. IV, cl. 12, p. 44.
Matthey. Gr. IV, cl. 13, p. 51.
Maucomble. Gr. IX, cl. 9, p. 36; — gr. IV, cl. 11, p. 39.
Ménagé. Gr. IV, cl. 11, p. 39.
Ménier. Gr. II, cl. 4, p. 18.
Meunsier. Gr. II, cl. 4, p. 18; — gr. IV, cl. 6, p. 25; — gr. IV, cl. 13, p. 51.
Mercadier. Gr. III, cl. 5, p. 21; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 12, p. 44; — gr. IV, cl. 13, p. 60.
Meritens (de), Gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. IV, cl. 9, p. 36; — gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. IV, cl. 12, p. 44.

Meyer. Gr. IV, cl. 6, p. 25.
Michaels. Gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. IV, cl. 9, p. 36.
Michel. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Mildé fils. Gr. IV, cl. 6, p. 26. — Gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 8, p. 32; gr. IV, cl. 12, p. 44; — gr. IV, cl. 13, p. 51.
Migniot et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 55.
Mignon et Rouart. Gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. IV, cl. 11, p. 39; — gr. V, cl. 14. p. 55.
Ministère de l'agriculture et du commerce. Gr. I. cl. 2, p. 14; — gr. III, cl. 5, p. p. 21; — gr. IV, cl. 9, p. 36; — gr. VI, cl. 16, p. 62.
Ministère de l'Instruction publique et des beaux-arts. Gr. IV, cl. 12, p. 44; — gr. VI, cl. 15, p. 60; — gr. VI, cl. 15, p. 60.
Ministère de la Guerre. G. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. IV, cl. 13, p. 51.
Ministère de la Marine et des Colonies. Gr. III, cl. 5, p. 21; — gr. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 12, p. 45; — gr. IV, cl. 13, p. 51; — gr. VI, cl. 15, p. 60; — gr. VI, cl. 16, p. 62.
Ministère des Postes et des Télégraphes. Gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. II, cl. 4, p. 18; — gr. III, cl. 5, p. 20; — gr. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. VI, cl. 15, p. 60; — gr. VI, cl. 16, p. 62.
Ministère des Travaux publics. Gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. VI, cl. 15, p. 60.
Mirand fils. Gr. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 13, p. 51.
Montagu Gr. VI, cl. 15, p. 60.
Montclar. Gr. IV, cl. 13, p. 51.
Montenat. Gr. IX, cl. 13, p. 51.
Monti. Gr. IV, cl. 6, p. 26.
Mors. Gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. II, cl. 4, p. 18; — gr. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. IV, cl. 12, p. 45; — gr. IV, cl. 23, p. 51.
Moseley. Gr. V, cl 14, p. 55.
Mouchère fils. Gr. IV, cl. 13, p. 51; — gr. V, cl. 14, p. 55.
Mouchel. Gr. II, cl. 4. p 20.
Mourlot. Gr. IV, cl. 13, p. 51.
Muller et Roux. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Nacfer. Gr. IV, cl. 6, p. 26.
Napoli. Gr. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 8, p. 32; — gr. IV, cl. 12, p. 45; — gr. 5, cl. 14, p. 56.
Naudin et Schneider. Gr. IV, cl. 13, p. 51.
Netter et Pilard frères. Gr. IV, cl. 12, p. 45.
Niaudet. Gr. VI, cl. 15, p. 60.
Nodot. Gr. IV, cl. 12, p. 45.
Noé. Gr. I, cl. 1, p. 11; — gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. III, cl. 5, p. 21; gr. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 12, p. 45.
Noël. Gr. IV. cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 12, p. 45.
Ollivier. Gr. IV, cl. 9, p. 36.
Olsen. Gr. IV, cl. 6, p. 26.
Oré et Chagnoleau. Gr. IV, cl. 10, p. 38.
Œschger, Mesdach et Ce. Gr. II, cl. 4, p. 18.
Olry et Grandemange. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Osselin. Gr. IV, cl. 10, p. 38.
Papin. Gr. II, cl. 4, p. 18.
Parent. Gr. IV, cl. 13, p. 51.
Paris. Gr. II, cl. 4, p. 18; — gr. IV, cl. 8, p. 32.
Parod. Gr. II, cl. 4, p. 18.
Passaquay. Gr. IV, cl. 6. p. 26.
Patry. Gr. IV, cl 12, p. 45.
Poyet. Gr. VI, cl. 15, p. 60.
Pelletier. Gr. IV, cl. 6, p. 26; — gr. IV, cl. 13, p. 51; — gr. VI, cl. 15, p. 60.
Pérille. Gr. IV, cl. 11, p. 40.
Périn-Grados. Gr. II. cl. 4, p. 19
Petit. Gr. IV, cl. 8, p. 32.
Petit. Gr. IV, cl. 13. p. 51.
Perrières. Gr. V. cl. 14, p. 56.
Pia. Gr. I. cl. 2, p. 14.
Piat. Gr. V, cl. 14, p. 56; — gr. IV, cl. 13, p. 51.
Pilleux et Quesnot. Gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. IV, cl. 8, p. 33.
Pilter. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Placide Peltereau le jeune. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Planté. Gr. I, cl. 1, p. 12; — gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. IV, cl. 10, p. 38; — gr. IV, cl. 13, p. 51; — *gr. VI, cl.* 15, p. 60
Portevin. Gr. IV, cl. 8, p. 33.
Postel-Vinay. Gr. III, cl. 5, p. 21; — gr. IV, cl. 6, p. 27; — gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 8, p. 33.
Preisch. Gr. II, cl. 4, p. 19;
Pulvermacher. Gr. IV, cl. 10, p. 38.
Puvilland frères. Gr. IV, cl. 8, p. 33; — gr. IV, cl. 9, p. 36; — gr. IV, cl. 12, p. 45.
Radiguet. Gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. V, cl. 14, p. 56.
Raffard. Gr. IV, cl. 13, p. 51; — gr. V, cl. 14, p. 56.
Rageot. Gr. IV, cl. 8, p. 33.
Ranvier. Gr. IV, cl. 8, p. 33.
Rattier et Ce. Gr. II, cl. 4, p. 19.
Rault et Chassan. Gr. IV, cl. , p. 27.
Redier et Ce. Gr. IV, cl. 12. p. 45.
Regnard. Gr. IV, cl. 7, p. 28; — gr. IV, cl. 8, p. 33
Renaudot et Magniry. Gr. IV, cl. 11, p. 40.
Reynier. Gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. IV. cl. 8, p. 33 — gr. IV, cl. 9, p. 36 — gr. IV, cl. 12, p. 45.
Rikkers. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Rose (Victor). Gr. IV, cl. 11, p. 40.
Rothschild. Gr. VI, cl. 15, p. 61.
Roullier et Arnoult. Gr. IV. cl. 13, p. 52.
Rous. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Rousseau. Gr. VI, cl. 15, p. 61.
Rouvier. Gr. IV, cl. 6, p. 27.
Sainte. Gr. 1, cl. 2, p. 14; — gr. IV, cl. 12, p. 45.
Sambourg. Gr. IV, cl. 6, p. 27.
Samson. Gr. I, cl. 2, p. 14.
Sautter, Lemonnier et Ce. Gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. IV, cl. 8, p. 33; — gr. IV, cl. 9, p. 36; — gr. IV, cl. 11, p. 40; — gr. V, cl. 14, p. 56; — gr. VI, cl. 15, p. 61.
Sauvajon. Gr. IV, cl. 6, p. 27.
Sazérat. Gr. IV, cl. 6, p. 27.
Schneider et Ce. Gr. II, cl. 4, p. 19.
Sebert. Gr. IV, cl. 12, p. 45; — gr. VI, cl. 15, p. 61.
Seguy. Gr. IV, cl. 12, p. 45.
Séligmann-Lui. Gr. IV, cl. 12, p. 45.
Senlecq. Gr. 6, cl. 15, p. 61.
Serrin. Gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. IV, cl. 8, p. 33.
Seure. Gr. IV, cl. 10, p. 38; — gr. VI. cl. 15, p. 61.
Siemens frères. Gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. IV, cl. 8, p. 33; — gr. IV, cl. 9, p. 36; — gr. IV, cl. 11, p. 40; — gr. V, cl. 14, p. 56.
Sieur. Gr. IV, cl. 6, p. 27.
Simon. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Société anonyme de câbles électriques, système Bertrand, Bord et Cie. Gr. I, cl. 4, p. 19; — gr. IV, cl. 9, p. 36.
Société anonyme de constructions mécaniques d'Anzin. Gr. V. cl. 14, p. 56.
Société anonyme des Hauts-Fourneaux, fonderie et forges de Franche-Comté. Gr. II, cl. 4, p. 19.
Société anonyme des Hauts-Fourneaux et fonderie du Val-d'Osne. Gr. IV, cl. 8, p. 33; — gr. IV, cl. 11, p. 40.
Société anonyme « le Nickel. » Gr. IV, cl. 4. p. 19; — Gr. IV, cl. 12, p. 45.
Société centrale de construction de machines. Gr. V, cl. 14, p. 56.
Société française de physique. Gr. VI, cl. 15, p. 61; gr. VI, cl. 16, p. 62.
Société générale d'électricité (procédé Jablochkoff). Gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. IV, cl. 8, p. 33; — gr. VI, cl. 15, p. 61.
Société générale des téléphones. Gr. IV, cl. 7, p. 29.
Société générale pour la fabrication de la dynamite. Gr. IV, cl. 13, p. 52; — gr. VI, cl. 15, p. 61.
Société des huiles minérales russes. Gr. V, cl. 14, p. 57.
Société des moteurs à gaz. Gr. V, cl. 14. p 57.
Société de statistique de Paris. Gr. VI. cl. 15, p. 61
Société des usines électro-métallurgiques d'Auteuil Gr. IV, cl. 11, p. 40.
Société Gramme. Gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. IV, cl. 8, p. 34; — gr. IV, cl. 9, p. 36; — gr. IV. cl. 11, p. 40.
Société « la force et la Lumière. » Gr. I, cl. 2. p. 14; — gr. IV, cl. 8, p. 34; — Gr. IV, cl. 9, p. 36.
Société Lyonnaise de constructions mécaniques et de lumière électrique. Gr. I, cl. 3, p 16; — gr. IV, cl. 8, p. 34; — gr. IV, cl. 9, p. 36; — gr. IV, cl. 11, p. 40.

ıale du tir des communes de France et
ir. IV, cl. 13. p. 52.
elle des forges et chantiers de la Médi-
IV, cl. 12, p. 45.
ienne de fonderie et laminage. Gr. II,
; — gr. IV, cl. 8, p, 34.
rselle d'électricité Tommasi. Gr. I, cl.
- gr. IV, cl. 6, p. 27; — gr. IV, cl. 8,
r. IV, cl. 13, p. 52
Cie, société d'études et constructions
Gr. I, cl. 1, p. 12; — gr. III, cl. 5,
. IV, cl. 6, p. 27; — gr. V, cl. 7, p. 29;
. 8, p. 34; — gr. IV, cl. 12, p. 46; —
5, p. 52.
V, cl. 11, p. 40.
cl. 9, p. 36; — gr. V, cl. 14, p. 57.
, cl. 8, p. 34.
. Gr. IV, cl. 8, p. 34.
Gr. II, cl. 4, p. 19; — gr. VI, cl. 15,

. IV, cl. 9, p. 36. Gr. IV, cl. 2, Gr. V,
II, cl. 4.
Gr. V, cl. 14, p. 57.
VI, cl. 15, p. 61.
, cl. 6, p. 27.
ıber gutta-percha, and telegraph works
Gr. II, cl. 4, p. 19.
cl. 2, p. 14; — gr. IV, cl. 8, p. 34; —
gr. VI, cl. 15, p. 61.
Tissandier. Gr. IV, cl. 9. p. 36.
Trêves. Gr. IV, cl. 13. p. 52.
Tournade. Gr. I, cl. 2. p. 14.
Trouillet. Gr. IV, cl. 8, p. 34.
Trouvé. Gr. I, cl. 2. p. 14; — gr. I, cl. 3, p. 16; — gr. III, cl. 5, p. 21; — gr. IV, cl. 6, p. 27; — gr. IV, cl. 7, p. 29: — gr. IV, cl. 9, p. 37; — gr. IV, cl. 10, p. 38; — gr. IV, cl. 12, p. 46; — gr. IV, cl. 13, p. 52.
Varrall, Elwell et Middleton. Gr. V, cl. 14, p. 57.
Tuquet. Gr. V, cl. 14, p. 57.
Vaillant. Leclerc et Gourdon, Gr. IV, cl. 13, p. 52.
Vauzelle et fils. Gr. IV, cl. 6, p. 27.
Vavin. Gr. IV, cl. 13, p. 52.
Vert. Gr. IV, cl. 10, p. 38.
Viard. Gr. VI, cl. 15. p. 61.
Videcoq. Gr. II, cl. 4, p. 19.
Vigouroux et Andriveau. Gr. IV, cl. 10, p. 38.
Ville de Paris. Gr. I, cl. 2, p. 14; — gr. II, cl. 4, p. 20; — gr. IV, cl. 6, p. 27; — gr. IV, cl. 12, p. 46.
Walcker. Gr. IV, cl. 7, p. 29.
Warnon. Gr. I, cl. 2, p. 14.
Weil. Gr. IV, cl. 11. p. 40.
Weill. Gr. I, cl. 2, p. 14.
Weiller et Montefiore-Lévy. Gr. II, cl. 4. p. 40
Willot. Gr. IV, cl. 6, p. 27.
Wolff. Gr. IV, cl. 13, p. 52.

## ALLEMAGNE (EMPIRE D')

ıelm). Gr. VI, cl. 15, p. 69.
Gr. VI, cl. 15, p. 69.
). Gr. VI, cl. 15, p. 69.
Gr. 1, cl. 3, p. 63.
heodor). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
erm.). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
ıelm). Gr. IV, cl. 6, p. 65.
. Gr. VI, cl. 16, p. 71.
Altona-Kieler Eisenbahngesellschaft,
6, p. 65.
Thüringschen Eisenbahn Gesellschaft.
p. 63: — gr. 6, cl. 16, p. 71.
medicinisch-chirurgischen Friedrich-
stituts zu Berlin. Gr. VI, cl. 15, p. 70.
uberg (M.). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
. Gr. I, cl. 2, p. 63; — gr. IV, cl. 10,

aphael). Gr. IV, cl. 13, p. 68.
ischer Verein. Gr. VI, cl. 15, p. 70.
hes Observatorium und physikalisches.
Universität. Gr. III, cl. 5, p. 64; —
6, p. 72.
hes Observatorium und Physikalisches
Universität (Göttingen). Gr. IV, cl. 13,
r. VI, cl. 15, 70
laume Carlswerk gr. II, cl. 4. p. 64.
(Emanuel). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
t Sohn. Gr. VI, cl. 15, p. 70.
brik zu Deutz. Gr. V, cl. 14, p. 69.
Reinboth. Gr. IV, cl. 10, p. 67.
IV, cl. 13, p. 68.
tion der Grossherzoglich-Badischen
bahnen. Gr. VI, cl. 15, p. 70.
eiler et Cie. Gr. I, cl. 2, p. 63.
. Gr. I, cl. 3, p. 64; — gr. IV, cl. 7, p. 66
. I, cl. 3, p. 64; — gr. III, cl. 5, p. 64;
5, p. 65.
Gr. VI, cl. 15, p. 70.
ommun et Steinlen. Gr. I, cl. 3,
r. IV, cl. 8, p. 66; — gr. IV, cl. 9,

.). Gr. IV, cl. 13, p. 68.
August). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
n). Gr. I, cl. 3, p. 64; — gr. IV, cl. 8,

und Bandagen-Kabinet der Koniglichen
(Berlin). Gr. IV, cl. 10, p. 67.
eneral-Direction der Eisenbahnen in
Elsass-Lothringen. Gr. IV, cl. 6. p. 65; — gr. IV, cl. 7, p. 66; — gr. IV, cl. 8. p. 66,
Kaiserliches Torpedo-technisches Laboratorium (Kiel). Gr. IV, cl. 13, p. 68.
Kastner (Friedrich). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
Keiser et Schmidt. Gr. I, cl. 2, p. 63; — gr. III, cl. 5, p. 64; — gr. IV, cl. 6. p. 65; — gr. IV, cl. 8, p. 66; — gr. IV, cl. 10, p. 67; — gr. IV, cl. 13, p. 68.
Kern's (J. U.). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
Kitzinger (W.). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
Klinkerfuss. Gr. IV, cl. 13, p. 68.
Kohlrausch, et Eugen Hartmann. Gr. III, cl. 5, p. 64; — gr. VI, cl. 16, p. 72.
Königliche Akademie. Physikalisches Kabinet, Gr. I, cl. 2. p. 63.
Königliche Akademie zu Münster, physikalisches Kabinet. Gr. IV, cl. 13, p. 68.
Königliche Akademie zu Münster. Gr. IV, cl. 11, p. 67.
Königliche Eisenbahn Direction (Berlin), Gr. IV, cl. 6, p. 65.
Königliche Eisenbahn-Direction (Elberfeld). Gr. IV, cl. 6, p. 65; — gr. IV, cl. 13, p. 68.
Königliche Eisenbahn-Direction (Frankfurt am Main), Gr. IV, cl. 6, p. 65.
Konigliche Eisenbahn. Direction (Hannover), Gr. IV, cl. 6, p. 65; — gr. IV, cl. 13, p. 68.
Koniglich Sachsisches Polytechnikum. Gr. I, cl. 1, p. 63; — gr. III, cl. 1; p. 65; — gr. IV, cl. 7, p. 66; — gr. IV, cl. 10, p. 67; — gr. IV, cl. 13, p. 69; — gr. 6, c. 16, p. 72.
Laupp (H.). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
Mathematisch-physikalisches Institut der Universität zu Marburg. Gr. IV, cl. 13, p. 69; — gr. VI, cl. 16, p. 72.
Meidinger (Dr H). Gr. I, cl. 2. p. 63; — gr. VI, cl. 15, p. 70.
Meyer (Carl Gustav Prior). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
Michael (Dr, med. J.). Gr. IV, cl. 10, p. 67.
Milchsack (D.) et Cie. Gr. IV, cl. 6, p. 66.
Minister der öffentlichen Arbeiten (Berlin). Gr. IV, cl. 11, p. 68; — gr. IV, cl. 13, p. 69; — gr. VI, cl. 15, p. 70; — gr. VI, cl. 16, p. 72.
Mittler (E. Sund) et Sohn). Gr. VI, cl. 15, p. 70.
Müller (C.-H.-F.). Gr. IV, cl. 13, p. 69.
Naglo (Gebrüder). gr. I, cl. 3, p. 64; — gr. 3, cl. 5, p. 65; — gr. IV, cl. 6, p. 66; — gr. IV, cl. 7, p. 66; — gr. IV, cl. 8, p. 67.

Norddeutsche Affinerie (Hambourg). Gr. IV, cl. 11, p. 68.
Oldenbourg (R.). Gr. VI, cl. 15, p. 71.
Peiser (Wolf). Gr. VI. cl. 15. p. 71.
Physikalisches Kabinet der Hochschule (Berlin). Gr. III, cl. 5, p. 65; — gr. IV, cl. 8, p. 67; — gr. VI, cl. 16, p. 72.
Physiologisches Institut der Königlichen Universität, zu Berlin. Gr. IV, cl. 10, p. 67; — gr. 6, cl. 15, p. 71.
Physiologisches Institut der Universität zu Rostock. Gr. IV, cl. 10, p. 67.
Raphael (Max). Gr. IV, cl. 12, p. 68; — gr. IV. cl. 13, p. 69.
Reichs-Postamt. Gr. I, cl. 2, p. 63 — gr. II, cl. 6, p. 64; — gr. III, cl. 5, p. 65; — gr. IV, cl. 4, p. 66; — gr. IV, cl. 7. p. 66; — gr. IV, cl. 13, p. 69; — gr. VI, cl. 15, p. 71; — gr. VI, cl. 16, p. 72.
René (C.). Gr. IV, cl. 13, p. 69.
Schmidt (C. Gustav.). Gr. VI, cl. 15, p. 71.
Schmitt (Dr Ed.). Gr. VI, cl. 15, p. 71.
Schöne, G. Hugo et Sohn. Gr. IV, cl. 8, p. 67.
Senats-Commission fur Reichs und auswärtige Angelegenheiten (Bremen). Gr. VI, cl. 16, p. 72.
Siemens et Halske. G. I, cl. 2, p. 63; — gr. I, cl. 3, p. 64; — gr. II, cl. 4, p. 64; — gr. III, cl. 5, p. 65; — gr. IV, cl. 6, p. 66; — gr. IV, cl. 7, p. 66; — gr. IV, cl. 8, p. 67; — gr. IV, cl. 9, p. 67; — gr. IV, cl. 11, p. 68; — gr. IV, cl. 12, p. 68; — gr. IV, cl. 13, p. 69; — gr. V, cl. 14, p. 69; — gr. VI, cl. 15, p. 71; — gr. VI, cl. 16. p. 72.
Springer (Julius). Gr. VI, cl. 15, p. 71.
Stöhrer. (Dr) Sohn. Gr. IV, cl. 10, p. 67; — gr. IV, cl. 13, p. 69; — gr. 6, cl. 15, p. 71.
Lessing (Albrecht). Gr. I, cl. 2, p. 63; — gr. IV, cl. 8, p. 66.
Teubner (B. G.). Gr. VI, cl. 15, p. 71.
Tribout (Joseph). Gr. IV, cl. 13, p. 69.
Tœpler. Gr. I, cl. 1, p. 63.
Vieweg (Friedrich). Gr. VI, cl. 15, p. 71.
Voigt (B. F.). Gr. VI, cl. 15, p. 71.
Voss (J. Robert). Gr. I, cl. 1, p. 63;
Weber (J.-J.). Gr. VI, cl. 15, p. 73.
Weidemann (Dr Gustav). Gr. III, cl. 5, p. 65; — gr. IV, cl. 13, p. 69; — gr. VI, cl. 16, p. 73.
Wilk (August). Gr. I, cl. 1, p. 63.
Winhelmann et Söhne. Gr. VI, cl. 15, p. 71.
Wittwer et Wetzer. Gr. IV, cl. 6, p. 66.


## AMÉRIQUE DU NORD.


Andrieu (Pierre). Gr. V, cl 14, p. 77.
Bailey (J. F.) et Puskas. Gr. IV, cl. 6, p. 75.
Ball (Clinton M.). Gr. IV, cl. 8, p. 76.
Bell (Alexandre Graham), Tainter (Summer) et Williams (Charles jeune). gr. IV. cl. 6, p. 75; — gr. IV, cl. 7, p. 75.
Bouwill (W. G. A.). Gr. IV, cl. 13, p. 77.
Bureau des Brevets des Etats-Unis d'Amérique. Gr. VI, cl. 15, p. 77.
Chavet (Vve). Gr. IV, cl. 8, p. 76.
Counolly Bros and Mc Tighe. Gr. IV, cl. 6, p. 75.
Cumming (George). Gr. IV, cl. 6, p. 75.
Dion (Ch.). Gr. I, cl. 3. p. 74.
Dodson (Wilson P.). Gr. II, cl. 4, p. 74.
Dolbear (A. Emmerson). Gr. IV, cl. 7, p. 75.
Edison (Thomas A.). Gr. I, cl. 1, p. 74; — gr. I, cl. 2, p. 74; — gr. I, cl. 3, p. 74; — gr. II, cl. 4, p. 74; — gr. III, cl. 5, p. 75; — gr. IV, cl. 6, p. 75; — gr. IV, cl. 7, p. 76; — gr. IV, cl. 8, p. 76; — gr. IV, cl. 9, p. 76; — gr. IV, cl. 11, p. 76; — gr. IV, cl. 12, p. 76; — gr. IV, cl. 13, p. 77; — gr. V, cl. 14, p. 77; — gr. IV, cl. 15, p. 77; — gr. VI, cl. 16, p. 77.
Eldredge (J. Morgan). Gr. I, cl. 2, p. 74.
Electric Purifier Co. Gr. IV, cl. 13, p. 77.
Electro-Dynamic Company. Gr. I, cl. 2, p. 74; — gr. IV, cl. 9, p. 76.
Electro Graphic Manufacturing Co. Gr. IV, cl. 6, p. 75.
Gray (Elisha). Gr. IV, cl. 6, p. 75.
Hasse (Robert). Gr. IV, cl. 13, p. 77.
Hirsh (Joseph M.). Gr. I, cl. 3, p. 74; — gr. II, cl. 4, p. 74; — gr. IV, cl. 7. p. 76; — gr. IV, cl. 12, p. 76; gr. 4, cl. 11, p. 76.
Hoosac Tunnel Tri Vitroglicerine Works. Gr. II, cl. 4, p. 74.
Hubbard (Charles W.). Gr. IV, cl. 6, p. 75.
Kellogg (Milo G.). Gr. 1, cl. 3, p. 74; — gr. IV, cl. 8, p. 76;
Masson Volney (W.) et Co. Gr. V, cl. 14, p. 77.
Michels (John). Gr. VI, cl. 15, p. 77.
Partz (August). Gr. I, cl. 2, p. 74; — gr. II, cl. 4, p. 74; — gr. IV, cl. 8, p. 76; — gr. IV, cl. 1[illegible] p. 77; — gr. IV, cl. 13, p. 77.
Philips (William J.). Gr. II, cl. 4, p. 75.
Photo-Relevo Co. Gr. IV, cl. 11, p. 76.
Pond Indicator Co. Gr. IV, cl. 6, p. 75.
Schmauser (Dr Theodor). gr. I, cl. 2, p. 74.
Serrell (Edw. W. Junior). Gr. IV, cl. 7, p. 76; gr. IV, cl. 13, p. 77.
Smithsonian Institution. Gr. VI, cl. 15, p. 77.
Standard Electric Light Co. Gr. I, cl. 3, p. 74; gr. IV, cl. 8, p. 76.
United States Electric Lighting Company. Gr. I, cl. [illegible] p. 74; — gr. IV, cl. 8, p. 76.
United States Signal Office. Gr. I, cl. 2. p. 74; gr. IV, cl. 12, p. 77.
Van der Weyde. Gr. IV, cl. 8, p. 76.
Western Electric Manufacturing Co. Gr. IV, cl. 6, p. 75.
Weston Electric Light Co. Gr. I, cl. 3, p. 74; gr. IV, cl. 8, p. 76; — gr. IV, cl. 9, p. 76.
White Hous Mills. Gr. I, cl. 3, p. 74; — gr. IV, cl. 6, p. 75; — gr. IV, cl. 8 p. 76; — gr. IV, cl. 9, p. 76.


## AUTRICHE.


Administration de la société autrichienne I. R. P. des chemins de fer de l'Etat. Gr. IV, cl. 6, p. 79.
Administration du chemin de fer de l'Impératrice Elisabeth. Gr. I, cl. 2, p. 78; — gr. IV, cl. 6, p. 78.
Administration du chemin de fer de Buschtchard à Prague. Gr. 1, cl. 2, p. 78; — gr. 2, cl. 4, p. 78; — gr. 3, cl. 6, p. 78.
Administration du chemin de fer de Lemberg à Czernowitz. Gr. IV, cl. 7, p. 79.
Administration du chemin de fer du Prince Héritier Rodolphe. Gr. IV, cl. 6, p. 79.
Capaleri (Sigismond). Gr. IV, cl. 12, p. 79.
Egger (B). Gr. IV, cl. 8, p. 79; — gr. IV, cl. 12, p. 79; — gr. IV, cl. 13, p. 80.
Geba (Joseph). Gr. IV, cl. 12, p. 80; — gr. IV, cl. 13. p. 80.
Gülcher (R.-J.). Gr. I, cl. 3, p. 78; — gr. IV, cl. 8, p. 79.
Grandfeld (A. E.). Gr. I, cl. 2, p. 78; — gr. IV, cl. 6, p. 79.
Korner (Charles). Gr. IV, cl. 7, p. 79.
Krammer (Guillaume). Gr. I, cl. 3, p. 78.
Mach (Dr E.). Gr. I, cl. 1, p. 78; — gr. IV, cl. 12, p. 80.
Ministère (I. R.) de la guerre. Gr. IV, cl. 8, p. 79; — gr. IV, cl. 13, p. 80; — gr. 6, cl. 15, p. 80.

Ministère (I. R.) du commerce. Gr. IV, cl. 6, p. 79.
Ochorowicz (Dr Julien). Gr. IV, cl. 7, p. 79.
Pfaundler (Dr L.). Gr. IV, cl. 13, p. 80.
Piette (Louis) et Krizik (François). Gr. IV, cl. 8, gr. I, cl. 3, p. 78, p. 79.
Puluj (Dr J.) Gr. IV, cl. 18, p. 80.
Rehacek (Gustave). Gr. I, cl. 2, p. 78.
Schäffler (Otto). Gr. IV, cl. 6, p. 79; — gr. IV, cl. 7, p. 79; — gr. IV, cl. 12, p. 80; — gr. IV, cl. 15, p. 80.
Silberling (Henri). Gr. IV, cl. 10, p. 79.
Tschinkel (Alfred-Albert). Gr. IV, cl. 6, p. 79.
Von Waltenhofen (Dr.). Gr. IV, cl. 12, p. 80.
Zenger (K.-W.). Gr. II, cl. IV, p. 78.

## BELGIQUE.

Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Gr. VI, cl. 15, p. 89.
Administration des Télégraphes de l'État. Gr. I, cl. 2, p. 81; — gr. II, cl. 4, p. 82; — gr. III, cl. 5, p. 83; — gr. IV, cl. 6, p. 83; — gr. IV, cl. 12, p. 86; — gr. VI, cl. 15, p. 90; — gr. VI, cl. 16, p. 96.
Annales des travaux publics de Belgique. Gr. VI, cl. 15, p. 90.
Earlet (Alphonse). Gr. VI, cl. 15, p. 90.
Bamrieux (Joseph). Gr. VI, cl. 15, p. 90.
Bartelous (Victor). Gr. IV, cl. 1, p. 83.
Bastings (Alexandre). Gr. VI, cl. 15, p. 90.
Bède (Émile). Gr. IV, cl. 7, p. 85; — gr. VI, cl. 15, p. 90.
Beer (frères). Gr. V, cl. 14, p. 89.
Bergé (Henri). Gr. IV, cl. 7, p. 85.
Bias (J.). Gr. VI, cl. 15, p. 90.
Borduu (G.). Gr. IV, cl. 13, p. 88.
Brand (Joseph). Gr. I, cl. 1, p. 81; — gr. I, cl. 2, p. 81; — gr. IV, cl. 6, p. 83; — gr. IV, cl. 12, p. 87; — gr. IV, cl. 16, p. 96.
Brasseur (Léon) et De Jaer (Octave). Gr. IV, cl. 6, p. 83; — gr. IV, cl. 7, p. 85; — gr. IV, cl. 13, p. 88; — gr. VI, cl. 15, p. 90.
Buels (Édouard). Gr. VI, cl. 15, p. 90.
Cail Halot et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 89.
Carels (Alphonse et Gustave, frères). Gr. V, cl. 14, p. 89).
Casart de Fernemont. Gr. II, cl. 4, p. 84.
Castado (G.). Gr. IV, cl. 6, p. 83.
Cerpeaux (J.). Gr. IV, cl. 6, p. 83.
Charle (Léopold). Gr. IV, cl. 6, p. 83.
Closset (Émile). Gr. I, cl. 1, p. 81; — g. II, cl. 4, p. 82; — gr. IV, cl. 6, p. 84.
Compagnie des Bronzes. Gr. IV, cl. 11, p. 86.
Compagnie des télégraphistes de campagne. Gr. IV, cl. 6, p. 84.
Compagnie générale belge de lumière électrique. Gr. I, cl. 3, p. 81; — gr. IV, cl. 8, p. 85; — gr. IV, cl. 13, p. 88.
Compagnie internationale des téléphones. Gr. III, cl. 5, p. 83; — gr. IV, cl. 6, p. 84.
Courtois (Richard). Gr. IV, cl. 7, p. 85; — gr. IV, cl. 13, p. 88.
Daussin. Gr. VI, cl. 15, p. 90.
Dawans (A.) et Orban (H.). Gr. II, cl. 4, p. 82.
De Backer (Hector) et Desguin (P.). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
De Foisseaux (Léon et Ferdinand, frères). Gr. II, cl. 4, p. 82.
De Geyter (Georges). Gr. IV, cl. 9, p. 86; — gr. V, cl. 9, p. 86; — gr. V, cl. 14, p. 89.
Delemmault-Bouillet (Florent). Gr. IV, cl. 12, p. 87.
Delarge (F.). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
De Locht-Labye (Léon). Gr. IV, cl. 7, p. 85; — gr. VI, cl. 15, p. 91.
Desaulx (J.). Gr. IV, cl. 12, p. 87; — gr. VI, cl. 16, p. 96.
de Naeyer Cie. Gr. IV, cl. 6, p. 91; — gr. V, cl. 14, p. 84.
Desguin (Pierre). Gr. IV, cl. 12, p. 87; — gr. VI, cl. 15, p. 91.
Despret (Victor). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
Desvivier (A. J. A.). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
Deville Chatel et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 89.
De Vos (Mme Ve Charles). Gr. I, cl. 2, p. 81; — gr. II, cl. 4, p. 82; — gr. III, cl. 5, p. 83; — gr. IV, cl. 6, p. 84; — gr. IV, cl. 7, p. 85.
De Wilde (Prosper). Gr. IV, cl. 11, p. 86.
D'Hoy (Charles). Gr. VI, cl. 16, p. 96.
Docq (feu M. Adrien-Joseph). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
Donny (F.). Gr. IV, cl. 13, p. 88.
Dupont, (Charles). Gr. IV, cl. 6, p. 84.
Dupont (J). Gr. IV, cl. 8, p. 85.
Dupont et Alker. Gr. IV, cl. 11, p. 86.
Dupont (Henri-Firmin). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
Evely (L. A. P. J.). Gr. IV, cl. 11, p. 86.
Evrard (F.). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
Evrard (F.) et Davreux (P.). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
Fetu (Ant.) et Deliège. Gr. V, cl. 14, p. 89.
Flechet (Lambert) et Cie. Gr. II, 4, p. 82.
Fondu (J. B.). Gr. IV, cl. 11, p. 86.
Geesbergen (Jean). Gr. IV, cl. 13, p. 88.
Gérard (Antoine-Joseph). Gr. IV, cl. 7, p. 85; — gr. IV, cl. 8, p. 85; — gr. IV, cl. 9, p. 86; — gr. IV, cl. 12, p. 87; — gr. IV, cl. 13, p. 88; gr. VI, cl. 15, p. 91.
Gibbs (John). Gr. VI, cl. 15, p. 91.
Giesbers (Jean-Martin). Gr. I, cl. 2, p. 81; — gr. IV, cl. 9, p. 86.
Gloesener (Mlle Antonia). Gr. I, cl. 2, p. 81; — gr. I, cl. 3, p. 81; — gr. II, cl. 4, p. 82; — gr. III, cl. 5, p. 83; — gr. IV, cl. 6, p. 84; — gr. IV, cl. 9, p. 86; — gr. IV, cl. 10, p. 86. — gr. IV, cl. 12, p. 87; — gr. VI, cl. 15, p. 91; — gr. VI, cl. 16, p. 96.
Gody (J.). Gr. VI, p. 93.
Harzé (Émile). Gr. VI, cl. 15, p. 92.
Hauman-Devos (Désiré). Gr. IV, cl. 6, p. 84.
Hochsteyn (L.). Gr. VI, cl. 15, p. 92.
Hubert (H) et Durand (H.). Gr. IV, cl. 13, p. 88.
Jaspar (Joseph). G. I, cl. 3, p. 81; — gr. II, cl. 4, p. 82; — gr. IV, cl. 8, p. 93.
Jowa (Jean-François). Gr. II, cl. 4, p. 82.
Lancaster (Albert). Gr. VI, cl. 15, p. 92.
Le Boulengé (Paul-Émile). Gr. IV, cl. 12, p. 87.
Lecherf (Gustave). Gr. IV, cl. 11, p. 86.
Leduc (Frdéric). Gr. IV, cl. 6, p. 84; — gr. IV, cl. 7, p. 85.
Le Téléphone. Gr. VI, cl. 15, p. 92.
Libin (François). Gr. IV, cl. 7, p. 85.
Lippens (Polydore). Gr. VI, cl. 16, p. 96.
Loppens (Aimé). Gr. IV, cl. 6, p. 84.
Louyet (feu M.). Gr. VI, cl. 15, p. 92.
Maire (Jules). Gr. IV, cl. 11, p. 86.
Maison des Josephites. Gr. VI, cl. 16, p. 96.
Martens. Gr. VI, cl. 15, p. 95.
Martiny (J.-L.) et Cie. Gr. II, cl. 4, p. 82; — gr. IV, cl. 6, p. 85.
Mazeman (Gustave). Gr. VI, cl. 15, p. 92.
Montefiore-Levi (Georges). Gr. 4, cl. 4, p. 82; — gr. V, cl. 14, p. 89.
Mourlon (Charles). Gr. VI, cl. 15, p. 92.
Mourlon (Charles) et Cie. Gr. I, cl. 2, p. 81.
Muller (Évrard). Gr. IV, cl. 6, p. 84; — gr. IV, cl. 6, p. 83. — gr. IV, cl. 9, p. 86.
Musée royal de l'Industrie. Gr. VI, cl. 15, p. 92.
Musée royal de l'industrie à Bruxelles. Gr. IV, cl. 13, p. 88; — gr. VI, cl. 16, p. 96.
Navez (Auguste). Gr. VI, cl. 15, p. 92 et 93.
Neujean (Alexandre) et Delaine (Émile). Gr. IV, cl. 11, p. 86.
Observatoire royal de Bruxelles. M. Houreau, directeur. Gr. IV, cl. 12, p. 87; — gr. VI, cl. 16, p. 96.
Olin et fils. Gr. IV, cl. 6, p. 84.
Pavoux (Eugène) et Cie. G. II, cl. 4, p. 82.
Petit (Louis). Gr. VI, cl. 15, p. 93.
Planche (Édouard, fils). Gr. I, cl. 2, p. 81; — gr. IV, cl. 6, p. 84.
Quetelet (feu M. Adolphe). Gr. VI, cl. 15, p. 93.
Quetelet (feu M. Ernest). Gr. VI, cl. 15, p. 93.
Raikem (Eugène). Gr. IV, cl. 6, p. 84.
Rau (Édouard). Gr. VI, cl. 15, p. 93.
Revue universelle des mines, de la métallurgie, des

travaux publics, des sciences et des arts appliqués à l'industrie. Gr. VI, cl. 15, p. 93.
Richez et Cie. Gr. IV, cl. 6, p. 84.
Rousseau (E.). Gr VI, cl. 15, p. 93.
Sacré (Edmond). Gr. II, cl. 4, p. 82.
Samuel (P.). Gr. VI, cl. 15, p. 93.
Schmoele (W. E.) et Mols. Gr. IV, cl. 13, p. 88.
Schubart (Théodore). G. III, cl. 5, p. 83; — gr. IV, cl. 12, p. 87.
Société anonyme de Grivegnée. G. II, cl. 4, p. 82.
Société anonyme Janus. Gr. IV, cl. 7, p. 85.
Société scientifique de Bruxelles. Gr. VI, cl. 15, p. 94.
Somzée (Léon). Gr. I, cl. 2, p. 81; — gr. I, cl. 8, p. 86; — gr. VI, cl. 15, p. 94.
Staes (Eugène). Gr. VI, cl. p. 94.
Strens (feu M. Louis). Gr. VI, cl. 15, p. 94.
Université de Louvain. Gr. VI, cl. 15, p. 95; — gr. VI, cl. 16, p. 96.
Université libre de Bruxelles. Gr. IV, cl. 12, p. 88.
Valerius (H.). Gr. VI, cl. 15, p. 94; — gr. VI, cl. 16, p. 96.
Van den Kerhove (Prosper). Gr. IV, cl. 12, p. 88.
Vanderhiste (Edmond). Gr. IV, cl. 6, p. 84; — gr. IV, cl. 9, p. 86; — gr. IV, cl. 13, p. 88.
Vandevelde (Félix). Gr. IV, cl. 11, p. 86.
Van Gœthem Realier et Cie. Gr. VI, cl. 15, p. 94.
Van Holsbeck (feu M. Henri). Gr. VI, cl. 15, p. 94.
Van Hulle (Frédéric). Gr. II, cl. 4, p. 83; — gr. IV, cl. 6, p. 84; — gr. VI, cl. 7, p. 85.
Van Mullem (Eugène). Gr. VI, cl. 15, p. 94.
Van Noorbeeck (Édouard). Gr. VI, cl. 15, p. 94.
Versé-Spelmans (Ant.). Brichot et Cie. Gr. V, cl. 14, p. 89.
Ville de Gand. Gr. II, cl. 4, p. 83; — gr. IV, cl. 6, p. 84; — gr. IV, cl. 7, p. 85; — gr. IV, cl. 12, p. 88.
Waelput (G.). Gr. II, cl. 4, p. 83.
Welsch (Jacques-Alfred). Gr. IV, cl. 6, p. 84.
Wery (Alexis), gr. IV, cl. 7, p. 85.

## DANEMARK (ROYAUME DE).

Direction des Télégraphes d'Etat. Gr. IV, cl. 6, p. 97; — gr. IV, cl. 16, p. 97.
Jurgensein (Christophen-Peter). Gr. I, cl. 2, p. 97.
Lund (C.-F.). Gr. IV, cl. 6, p. 97; — gr. IV, cl. 16, p. 97.

## ESPAGNE.

Agil y Maestre et D. de Cortazar. Gr. VI, cl. 15, p. 99.
Bonnet (Henri). Gr. IV, cl. 6, p. 98; — gr. IV, cl. 7, p. 98.
Cazorla (Alexis. Gr. IV, cl. 6, p. 98; — gr. IV, cl. 12, p. 99; — gr. IV, cl. 13, p. 99.
Direction générale des Postes et des Télégraphes. Gr. IV, cl. 6, p. 98.
Echénique (Florencio). Gr. IV, cl. 6, p. 98.
Fernandez Janer (Jean). Gr. IV, cl. 7, p. 98.
Galante (Joseph). Gr. 6, cl. 15, p. 99.
La Orden (Louis). Gr. 6, cl. 8, p. 99.
Nicolau y Montaner (Adolphe), et Hervas Ausmendi (Julian). Gr. IV, cl. 13, p. 99.
Orduna y Munoz (Charles). Gr. IV, cl. 6, p. 98; — gr. VI, cl. 15, p. 99.
Perez Blancas. Gr. IV, cl. 6, p. 98; — gr. VI, cl. 15, p. 99.
Piedras y Macho (Victor). Gr. IV, cl. 6, p. 98.
Roig y Torres. Gr. VI, cl. 15, p. 99.
Societad Espanola de Electricitad. Gr. IV, cl. 6, p. 98.
Soriano y Ferrer. Gr. IV, cl. 7, p. 98.
Suavez Saavedra (Antonino). Gr. VI, cl. 15, p. 99.
Tende (Alexandre). Gr. IV, cl. 6, p. 98.
Vigil (Primitivo). Gr. IV, cl. 13, p. 99.

## GRANDE BRETAGNE ET IRLANDE (ROYAUME UNI DE).

Administration des télégraphes de la Grande-Bretagne. Gr. IV, cl. VI, p. 103; — gr. VI, cl. 16, p. 108.
Anglo-American Brush Electric Light Corporation, Limited. Gr. I, cl. 3, p. 100; — gr. IV, cl. 8, p. 104; — gr. IV, cl. 11, p. 106.
Apps (Alfred). Gr. I, cl. 1. p. 100.
Ayrton (W.-E.) and Perry (J.). Gr. III, cl. 5, p. 102; — gr. IV, cl. 8, p. 104; — gr. IV, cl. 12, p. 106; — gr. IV, cl. 12, p. 106; — gr. IV, cl. 13, p. 106; — gr. V, cl. 14, p. 106.
Blakey Emmott and Ce. Gr. I, cl. 3, p. 100; — gr. III, cl. 5, p. 102; — gr. IV, cl. 6, p. 102; — gr. IV, cl. 7, p. 104.
Bolton (Frank, lieut. colonel). Gr. IV, cl. 6, p. 102.
Bourne (Joseph) and Son. Gr. I, cl. 2, p. 100 — gr. II, cl. 4, p. 101.
Bright (E.-B.). Gr. IV, cl. 6, p. 102; — gr. IV, cl. 8, p. 105; — gr. IV, cl. 13, p. 106.
British Electric Light Ce Limited. Gr. I, cl. 3, p. 100; — gr. IV, cl. 8, p. 105; gr. IV, cl. 11, p. 106.
Brotherood (Petes). Gr. V, cl. 14, p. 107.
Cassell, Peter, Galpin and Ce. Gr. VI, cl. 15, p. 107.
Clark (Latimer). gr. VI, cl. 15, p. 107.
Cohne (Sigismond). Gr. IV, cl. 8, p. 105.
Cooke (Courad-William). Gr. IV, cl. 7, p. 104; — gr. IV, cl. 12, p. 106; — gr. IV, cl. 12, p. 106; — gr. VI, cl. 16, p. 107.
Coxeter and Son. Gr. I. cl. 2, p. 100; — gr. I, cl. 3, p. 101; — gr. III, cl. 5, p. 102.
Crompton (R.-E.). Gr. I, cl. 3. p. 101; — gr. IV, cl. 8, p. 105; — gr. V, cl. 14, p. 107.
Elliott brothers. Gr. III, cl. 5, p. 102; — gr. IV, cl. 6, p. 102.
Emmott (William-Thomas). Gr. VI, cl. 15, p. 107.
Exchange Telegraph Ce Limited. Gr. IV, cl. 6, p. 10
Fahrig (F.-E.). Gr. I, cl. 2, p. 100; — gr. IV, cl. p. 105.
Foxcroft (William Mortimer). Gr. IV, cl. 6, p. 102; gr. IV, cl. 7, p. 104.
Fyfe (James). Gr. IV, cl. 8, p. 105.
Garrat (R. C.). Gr. IV, cl. 10, p. 105.
Hedges-Killingworth. Gr. IV, cl. 8, p. 105.
Henley (W.-T.). Gr. I, cl. 3, p. 101; — gr. II, cl. 4, p. 101; — gr. IV, cl. 12, p. 106; — gr. IV, cl. 12, p. 106.
India Rubber Gutta Percha et Telegraph Works Limited. Gr. II, cl. 4, p. 101; — gr. III, cl. 5, p. 102; — gr. IV, cl. 6, p. 103; — gr. IV, cl. 13, p. 106.
Johnson (Richard) and Nephew. Gr. II, cl. 4, p. 101; gr. IV, cl. 7. p. 104.
King's college. Gr. VI, cl. 16, p. 108.
Kitson and Ce. Gr. V, cl. 14, p. 107.
Laing (William). Gr. I, cl. 3. p. 101; — gr. IV, cl. 8, p. 105.
Latimer, Clark, Muirhead and Ce. Gr. I, cl. 2, p. 100; — gr. I, cl. 3, p. 101; — gr. I, cl. 4, p. 101; — gr. III, cl. 5, p. 102; — gr. IV, cl. 6, p. 103; — Gr. IV, cl. 7, p. 104; — gr. IX, cl. 8, p. 105; — gr. IV, cl. 9, p. 105; — Gr. IV, cl. 13, p. 106.
Macmillan and Ce. Gr. VI, cl. 15, p. 107.
Newall (R.-S.) and Ce. Gr. II, cl. 4, p. 101; — gr. VI, cl. 15, p. 107.
O'Lawlor (Louis de B.). Gr. IV, cl. 6, p. 103; — gr. IV, cl. 7, p. 104.
Paterson (Edward). Gr. I, cl. 2, p. 100; — gr. III, cl. 5, p. 102; — gr. IV, cl. 6, p. 103; — gr. II, cl. 4, p. 101; — gr. IV, cl. 7, p. 104.
Pulvermacher (J. L.). Gr, IV, cl. 10, p. 105.

Head et Jefferies. Gr. V, cl. 14,
.. Gr. II, cl. 4, p. 101 ; — gr. IV, cl. 6,
. Gr. V. cl. 14, p. 107.
tion of Great Britain. Gr. VI, cl. 16,
. Gr. IV, cl. 10, p. 105.
General Iron C°. Gr. II. cl. 4, p. 101.
Gr. III, cl. 5. p. 102.
t). rC. I, cl. 2, p. 100 ; — gr. III, cl. 5,
r IV, cl. 6. p. 104 ; — gr. IV, cl. 11,
gr. IV, cl. 2. p. 106 ; — gr. IV, cl. 13,
Gr. IV, cl. 6, p. 104.
ner. Gr. IV, cl. 6, p. 104.
iers and C° Limited. Gr. II, cl. 4, p. 101;
l. 6, p. 104 ; — gr. IV. cl. 8. p. 105.
ick J.). Gr. V, cl. 14, p. 107.
elegraph engineers and electricians.
15, p. 107.
Stiff (James), and Sons. Gr. I, cl. 2, p. 100 ; — gr. 2, cl. 4, p. 101.
Submarine Telegraph C°. Gr. II, cl. 4, p. 101 ; — gr. VI, cl. 16, p. 110.
Swan (J. W.). Gr. IV, cl. 8, p. 105.
Telegraph Construction et maintenance C°, Limited. Gr. II, cl. 4, p. 101.
The Grower-Bell Telephone C° Limited. Gr. IV, cl. 7, p. 104.
The Scientific Toy C°. Gr. I. cl. 2. p. 100 ; — gr. IV, cl. 7, p. 104 ; — gr. IV, cl. 8, p. 105 ; — gr. IV, cl. 12, p. 106 ; — gr. IV. cl. 13, p. 106.
Thomson (sir William). Gr. III, cl. 5, p. 102 ; — gr. IV, cl. 12, p. 106.
Thomson Stern and C° Limited. Gr. V, cl. 14, p. 107.
Wallis et Steevens. Gr. V, cl. 14, p. 107.
Weeb (Browne-Wolsey). Gr. IV, cl. 13, p. 106.
Whitecross wire Company, Limited. Gr. II, cl. 4, p. 102.
Whitley (John). Gr. IV, cl. 12, p. 106.
Wollasson (James). Gr. IV, cl. 7, p. 104.

## HONGRIE (ROYAUME DE).

les. Gr. IV, cl. 12, p. 111.
D^r Frohlich (J.). Gr. III. cl. 5. p. 111.

## ITALIE (ROYAUME D').

iel-Ange). Gr. I, cl. 11, p. 115.
ge). Gr. I, cl. 2, p. 112 ; — gr. I, cl. 5,
gr. I, cl. 10, p. 114.
nt). Gr. I, cl. 2. p. 112.
ph). Gr. I, cl. 5, p. 113.
-Baptiste). Gr. I. cl. 4, p. 113.
is) et Baldinelli (Ferdinand). Gr. I, cl.
eph). Gr. I, cl. 4. p. 113.
nd). Gr. I, cl. 6, p. 113.
ysique de l'Université de Naples. Gr. I,
15.
ysique de l'Université de Turin. G. I,
115.
ysique du Musée de Florence. Gr. I, cl.
neiens instruments d'astronomie et de
u Musée de Florence. Gr. I, cl. 11, p.
hysique de l'Université de Gênes. Gr I,
16.
ysique de l'Université de Modène. Gr. I,
18.
hysique de l'Université de Pise. Gr. I,
18.
hysique de l'Université de Turin. Gr. I,
118.
hysique du lycée de Vérone. Gr. I, cl.
physique du lycée Volta. Gr. I, cl. 16,
nselme). Gr. I, cl. 2, p. 112.
idèle). Gr. I, cl. 6, p. 113.
. Gr. I, cl. 6, p. 113 ; — gr. I, cl. 10,
le). Gr. I, cl. 4, p. 113 ; — gr. I, cl. 6,
oseph). Gr. I, cl. 12, p. 115.
re Philippe). Gr. I, cl. 12, p. 115.
h). Gr. I, cl. 12, p. 115.
nri . Gr. I, cl. 10, p. 114.
ichel-Etienne). Gr. I, cl. 7, p. 114.
r. I, cl. 1, p. 112.
it de l'État pour la fabrication des cartes-
. I, cl. 11, p. 115.
erre). Gr. I, cl. 1, p. 112 ; — gr. I,
13 ; — gr. I, cl. 7, p. 114.
sto). Gr. I, cl. 1, p. 112 ; — gr. I, cl. 7,
Golfarelli (Innocent). Gr. I, cl. 3 p. 112 ; — gr. I, cl. 5, p. 113 ; — gr. I, cl. 6, p. 114 ; — gr. I, cl. 8, p. 114 ; — gr. I, cl. 12, p. 115 ; — gr. I cl. 13, p. 116.
Ganelli (Ernest). Gr. I, cl. 12. p. 115.
Gerosa (Edouard et Emile). Gr. I, cl. 6, p. 113 ; — gr. I, cl. 12, p. 115.
Ginori (Manufacture). Gr. I, cl. 2, p. 112 ; — gr. I, cl. 4, p. 113.
Goiran (A.). Gr. I, cl. 7, p. 114.
Institut de physique de l'Université de Padoue. Gr. I, cl. 16, p. 118.
Institut de physique de l'Université de Pavie. Gr. I, cl. 16. p. 118.
Institut de physique de l'Université royale de Padoue. Gr. I, cl. 16, p. 119.
Institut de Milan. Gr. I, cl. 16, p. 116.
Institut Royal topographique militaire. Gr. I, cl. 11, p. 115.
Juli (Benoit). Gr. I, cl. 11, p. 115.
Labus (Charles) et Baldinelli (Ferdinand). Gr. I, cl. 10, p. 114).
Lycée Spallanzani. Gr. I, cl. 16, p. 118.
Manni (François). Gr. I, cl. 4, p. 113.
Manuelli (Jacques). Gr. I, cl. 15, p. 116.
Marcucci (Dominique). Gr. I, cl. 7, p. 114.
Movio (Latino). Gr. I. cl. 11, p. 115.
Mucci (Dominique). Gr. I, cl. 10, p. 114.
Mugna (Jean). Gr. I, cl. 2, p. 112 ; — gr. I, cl. 7, p. 114.
Nigra (Joseph). Gr. I, cl. 7, p. 114.
Pacinotti (Antoine). Gr. I, cl. 2, p. 112 ; — gr. I, cl. 3, p. 112.
Pierucci (Mariano). Gr. I, cl. 5, p. 113.
Ponci (Louis). Gr. I, cl. 2, p. 112.
Ragagni (Charles-Félix) et Guglielmini (Emile-Antoine). Gr. I, cl. 7, p. 114.
Richard (Société céramique). Gr. I, cl. 2, p. 112 ; — gr. I, cl. 4, p. 113.
Rossetti (François). Gr. I, cl. 10 p. 114 ; — gr. I, cl. 15, p. 116.
Scarpa (Joseph). Gr. I, cl. 5, p. 113.
Schivardi (Plinius) et Baldinelli (Ferdinand). Gr. I, cl. 10, p. 115.
Siccardi (comte Emile). Gr. I, cl. 6, p. 114.
Sommati di Moutbello (Jules). Gr. I, cl. 6, p. 114.
Suter (Jacques). Gr. I, cl. 12, p. 115.
Turchini (Rapahël). Gr. I, cl. 8, p. 114.

## JAPON.

Ministère des travaux publics, administration des télégraphes. Gr. I, cl. 2, p. 120 ; — gr. II, cl. 4, p. 120.

## NORVÈGE (ROYAUME DE).

Andersen (O. M.). Gr. VI, cl. 15, p. 122.
Bibliothèque de l'Université de Christiana. Gr. VI, cl. 15, p. 123.
Bjerknes (Dr C. A.). Gr. IV, cl. 12, p. 121.
Godager (Hans). Gr. IV, cl. 12, p. 121.
Hansen (D.). Gr. VI, cl. 15, p. 123.
Le Directeur en chef des télégraphes de Norwège. Gr. II, cl. 4, p. 121 ; — gr. VI, cl. 15, p. 123.
Le Ministère de la Marine de Norwège. Gr. IV, cl. 12, p. 121 ; — gr. IV, cl. 13, p. 122.
Lysgård (Anna-Louise-Keilhau). Gr. IV, cl. 7, p. 121.
Mohn (H.). Gr. VI, cl. 15, p. 123.
Observatoire astronomique de Christiania. Gr. VI, cl. 16, p. 123.
Olsen (Christian Olberg Gran). Gr. IV, cl. 6, p. 121.
Ottesen (Hans Realf). Gr. IV, cl. 7, p. 121.
Petersen (P.). Gr. IV, cl. 11, p. 121.
Pihl (Oleuf. A. L.). Gr. IV, cl. 12, p. 122.
Schöyen (A.). Gr. VI, cl. 15, p. 123.
Steger (A). Gr. IV, cl. 10, p. 121.
Tostrup (J.). Gr. IV, cl. 11, p. 121.

## PAYS-BAS (ROYAUME DES).

Admidistration des télégraphes de l'Etat des Pays-Bas Gr. VI, cl, 15, p. 129.
Bosscha (Johannes). Gr. VI, cl. 15, p. 125.
Cabinet de physique de la fondation Teyler. Gr. VI, cl. 15, p. 125 ; — gr. VI, cl. 16, p. 125.
Croon et Cie. Gr. IV, cl. 12, p. 124.
De Léon (Maurice) et Cie. G. IV, cl. 13, p. 142.
Dyckmeulen (V.-C.). Gr. VI cl. 15, p. 125.
Jacobs (W.-H.). Gr. V, cl. 14, p. 129.
Kaiser (Dr. P. J.). Gr. IV, cl. 12, p. 124.
Maryt (Albert). Gr. IV, cl. 8, p. 124.
Mills (M.-A.). Gr. IV, cl. 6, p. 124.
Mirandolle (Christian). Gr. IV, cl. 124.
Olland (H.). Gr. IV, cl. 12, p. 124.
Société néerlandaise du téléphone Bell. Gr. VI, cl. p. 125.
Steenbergen (I.-F.-F.). Gr. VI, cl. 15, p. 125.
Van Kerkwijk (J. J.). Gr. VI, cl. 15, p. 125.
Van Wettern (Nicolaas). Gr. IV, cl. 7, p. 123 ; — gr. cl. 12, p. 124.

## RUSSIE (EMPIRE DE).

Avenarius. G. IV, cl. 7, p. 130.
Borgmann (Jean). Gr. I, cl. 1, p. 127.
Cawolson (Oreste). Gr. VI, cl. 15, p. 132.
Crestin (Ferdinand). Gr. VI, cl. 15, p. 132.
Département des Télégraphes. Gr. I, cl. 2, p. 127 ; — gr. 2, cl. 4, p. 128 ; — gr. IV, cl. 6, p. 130 ; — gr. VI, cl. 15, p. 132 ; — gr. VI, cl. 16, p. 134.
Dereviankine (Jean). Gr. IV, cl. 6, p. 130.
Dobrochotow-Maikow (Alexis). Gr. IV, cl. 8, p. 130.
Etat-major (Section topographique). Gr. , cl. 11, p. 131.
Expédition pour la confection des papiers de l'Etat. Gr. IV, cl. 11, p. 131 ; — gr. VI, cl. 15, p. 134.
Geissler (Nicolas). Gr. IV, cl. 13, p. 132.
Gravier, Kuksz, Luedtke et Greiher. Gr. I, cl. 3, p. 127 ; — gr. IV, cl. 8, p. 130 ; — gr. VI, cl. 15, p. 133.
Jacobi (Wladimir). Gr. IV, cl. 1, P. 130.
Kovako (Alexandre). Gr. IV, cl. 11, p. 131.
La rédaction du journal de la société de physique de Saint-Petersbourg. Gr. VI, cl. 15, p. 133.
Latchinov (Dimitri). Gr. I, cl. 3, p. 128 ; — gr. IV, cl. 8, p. 130 ; — gr. VI, cl. 15, p. 133.
Lermontow (Vladimir). Gr. III, cl. 5, p. 129.
Ministère de la marine. Gr. I, cl. 3, p. 128.
Pirotsky (Théodore). Gr. IV, cl. 9, p. 131.
Porgmann, Slouguioff, Bobilew et Hesechus. Gr. VI, cl. 15, p. 132.
Rogosine. Gr. IV, cl. 13, p. 132.
Slouguinoff (Nicolas). Gr. III, cl. 5, p. 130 ; — gr. IV, cl. 13, p. 132.
Stoletow. Gr. III, cl. 5, p. 130.
Tcikolew (Vladimir). Gr. VI, cl. 15, p. 134.
Tichomirow (Basile). Gr. I, cl. 1, p. 127 — cl. 5, p. 130 ; — gr. IV, cl. 8, p. 131.
Tweritinow (Eugène). Gr. I, cl. 3, p. 128.
Vreden (Robert). Gr. IV, cl. 7, p. 130.
Wassiliew (Dimitri). Gr. I, cl. 2, p. 127.

## SUÈDE (ROYAUME DE).

Administration de l'exploitation des chemins de fer de l'Etat. Gr. IV, cl. 6, p. 136 ; — gr. VI, cl. 15, p. 137.
Administration des télégraphes de Suède. Gr. I, cl. 2, p. 136 ; — gr. II, cl. 4, p. 136 ; — gr. IV, cl. 6, p. 136 ; — gr. IV, cl. 13, p. 137 ; — gr. VI, cl. 16, p. 137.
Blix (M.-G.). Gr. IV, cl. 12, p. 137.
Engström (Edw.). Gr. II, cl. 4, p. 136.
Ericson (L.-M.) et Cie. Gr. IV, cl. 6, p. 137 ; — gr. V, cl. 7, p. 137.
Génie Militaire suédois. Gr. IV, cl. 6, p. 137.
Holmgren (Frithiof). Gr. IV, cl. 12, p. 137.
Lovén (Christian). Gr. III, cl. 5, p. 136 ; — gr. 4, cl. 7, p. 137.
Norstedt et Söner. Gr. 6, cl. 15, p. 137.
Société anonyme de Lessjöfors. Gr. II, cl. 4, p. 136.
Société anonyme de Skultuna. Gr. II, cl. 4, p. 136.
Sörensen (P. M.) Gr. IV, cl. 12, p. 137.
Thalén (Robert). Gr. 3, cl. 5, p. 136.
Teguander C. S. Gr. V, cl. 14, p. 137.
Université de Lund. Gr. III, cl. 5, p. 136.
Wenman (M.). Gr. IV, cl. 6, p. 137.

## SUISSE (CONFÉDÉRATION).

red). Gr. IV, cl. 7, p. 138.
ailer et fils, Gr. IV, cl. 13, o. 139.
rnational des administrations télégraphi- VI, cl. 15, p. 139.
le). Gr. I, cl. 3, p. 138; — gr. IV, cl. 8, gr. IV, cl. 9, p. 139; — gr. IV, cl. 13,
aniel). Gr. IV, cl. 13, p. 139; — gr. VI, 139; — gr. VI, cl. 16, p. 10.
er (Dr. Frédéric). Gr. IV. cl. 11, p. 139; — gr. 6, cl. 15, p. 139.
Guillemin (Étienne). Gr. I, cl. 2, p. 138.
Hasler (Gustave). Gr. 4, cl. 12, p. 139.
Hipp. (Mathias). Gr. IV, cl. 7, p. 139; — gr. IV, cl. 12, p. 139; - gr. VI, cl. 16, p. 140.
La Direction des télégraphes suisses. Gr. IV, cl. 6, p. 138.
Monnier (Denis). Gr. IV, cl. 12, p. 139.
Perrody (Esprit). Gr. II, cl. 4, p. 138.
Sociétésuisse de téléphone. Gr. IV, cl. 7, p. 138.

3567. — Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

# L'EXPOSITION DE M. ÉDISON.

Il se produit, à propos de l'exposition de M. Edison, un fait particulièrement intéressant, que nous nous faisons un plaisir de signaler aux visiteurs de plus en plus nombreux, qui admirent chaque soir la lumière des lampes Edison brillant, tantôt sur des chandeliers ou des supports isolés, tantôt au milieu des cristaux resplendissants des lustres de la Société de Baccarat. Ce fait que nous tenons à signaler, c'est l'unanimité de la presse française à constater le légitime succès de cette exposition, à reconnaître les ressources pratiques du système d'éclairage du savant américain, et à lui prédire un rapide et entier développement.

Le *Temps* du 28 août, à l'occasion de la visite faite à l'exposition d'électricité par MM. Cochery, Léon Say et Gambetta, dans la soirée où les appareils d'éclairage ont fonctionné pour la première fois, s'exprime ainsi :

« L'éclairage électrique des grandes salles n'a pas beaucoup surpris les visiteurs, déjà habitués à cette lumière sur les places publiques, sur les avenues, dans les hôtels et dans beaucoup d'autres endroits. Le grand attrait de la soirée était au fond des galeries, dans les vastes salles où, grâce au génie du solitaire de Menlo-Park, la lumière électrique s'est disciplinée, apaisant son éclat, prenant la forme, l'allure et presque la couleur du modeste bec de gaz.

Les salles 24 et 25, occupées par l'exposition d'Edison, sont éclairées par ses lampes. Comme ce philosophe qui prouvait le mouvement en marchant, l'illustre physicien, au lieu d'engager des discussions avec ses collègues qui contestaient le côté pratique de son invention, a marché aussi. Il a installé des lustres, établi des canalisations électriques le long des cimaises, suspendu ses lampes aux murs, construit des chandeliers portatifs et inondé de lumière ses contradicteurs.

La contradiction n'est plus possible aujourd'hui. Edison, il est de toute justice de le reconnaître, a réalisé l'éclairage domestique par l'électricité. La question est sortie du domaine de l'expérience, des tâtonnements dans le cabinet du savant, pour entrer dans la pratique. Et ce n'est pas le moindre mérite de l'exposition d'Edison, d'accuser dans ses plus petits détails un caractère absolument industriel. Ses lampes, leurs accessoires, leurs genouillères semblables à celles des becs à gaz, tournant à volonté autour d'un pivot ; leurs commutateurs, identiques aux robinets à gaz, s'ouvrant et se fermant avec la même facilité pour donner la lumière ou l'éteindre, leurs patères d'attache aux murs, tous ces objets, qui ont passé en grand nombre sous nos yeux, ont perdu l'aspect fini, soigné, des choses destinées à des essais pour revêtir celui plus rude et plus pratique d'une fabrication courante et économique.

(Voir la suite page 159 ...

# CLASSIFICATION DES PRODUI

| | | |
|---|---|---|
| Groupe I..... | Classe 1..... | Électricité statique..................... |
| | Classe 2..... | Piles et acccessoires.................... |
| | Classe 3..... | Machines magnéto-électriques et dynamo-triques............................ |
| Groupe II.... | Classe 4..... | Câbles, fils et accessoires, Paratonnerres... |
| Groupe III ... | Classe 5..... | Appareils servant aux mesures électriques.. |
| Groupe IV.... | Classe 6..... | Télégraphie, signaux..................... |
| | Classe 7..... | Téléphonie, Microphonie, Photophonie..... |
| | Classe 8..... | Lumière électrique....................... |
| | Classe 9..... | Moteurs électriques, Transport des forces... |
| | Classe 10.... | Électricité médicale..................... |
| | Classe 11.... | Électro-chimie........................... |
| | Classe 12.... | Instruments de précision. Électro-aimants ( mants. Boussole, horlogerie électrique... |
| | Classe 13.... | Appareils divers......................... |
| Groupe V.... | Classe 14.... | Générateurs. Moteurs à vapeur, à gaz et hy liques, et transmissions applicables aux i tries électriques.................... |
| Groupe VI.... | Classe 15... | Collections bibliographiques d'ouvrages cc nant la science et l'industrie électriques, p cartes, etc.......................... |
| | Classe 16... | Collections rétrospectives d'appareils conce les études primitives et les application plus anciennes de l'électricité......... |

# EXPOSÉS (Palais de l'Industrie).

| France. | Allemagne. | États-Unis. | Autriche. | Belgique. | Danemark. | Espagne. | Gde-Bretagne et Irlande. | Hongrie. | Italie. | Japon. | Norvège. | Pays-Bas. | Russie. | Suède. | Suisse. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| page | page | page | page | page | page | page | page | page | page | page | page | page | page | page | page |
| 11 | 63 | 74 | 78 | 81 | » | » | 100 | » | 112 | » | » | » | 127 | » | » |
| 12 | 63 | 74 | 78 | 81 | » | » | 100 | 111 | 112 | 120 | » | » | 127 | 136 | 138 |
| 15 | 63 | 74 | 78 | 81 | 97 | » | 100 | 111 | 112 | » | » | » | 127 | » | 138 |
| 16 | 64 | 74 | 78 | 82 | » | » | 101 | » | 113 | 120 | 121 | » | 128 | 136 | 138 |
| 20 | 64 | 75 | » | 83 | » | » | 102 | 111 | 113 | » | » | » | 129 | 136 | » |
| 21 | 65 | 75 | 78 | 83 | 97 | 98 | 102 | 111 | 113 | » | 121 | 124 | 130 | 136 | 138 |
| 28 | 66 | 75 | 79 | 85 | » | 98 | 104 | 111 | 114 | » | 121 | 124 | 130 | 137 | 138 |
| 29 | 66 | 76 | 79 | 85 | » | 98 | 104 | 111 | 114 | » | » | 124 | 130 | » | 139 |
| 34 | 67 | 76 | » | 86 | » | » | 105 | 111 | » | » | » | » | 131 | » | 139 |
| 37 | 67 | » | 79 | 86 | » | » | 105 | » | 114 | » | 121 | » | » | » | » |
| 38 | 67 | 76 | » | 86 | » | » | 106 | » | 115 | » | 121 | » | 131 | » | 139 |
| 40 | 68 | 76 | 79 | 86 | » | 99 | 106 | 111 | 115 | » | 121 | 124 | » | 137 | 139 |
| 46 | 68 | 77 | 80 | 88 | 97 | 99 | 106 | » | 115 | » | 122 | 124 | 132 | 137 | 139 |
| 52 | 69 | 77 | » | 89 | » | » | 107 | » | » | » | » | 125 | » | 137 | » |
| 57 | 69 | 77 | 80 | 89 | » | 99 | 107 | » | 116 | » | 122 | 125 | 132 | 137 | 139 |
| 1 | 71 | 77 | » | 96 | 97 | » | 107 | » | 116 | » | » | 125 | 134 | 137 | » |

Et le *Temps*, après un exposé détaillé du système Edison, une description minutieuse des canalisations et de la lampe, des régulateurs, compteurs, etc., conclut ainsi : « Nous avons donc raison de dire une dernière fois que, dans ses moindres détails, l'éclairage électrique a reçu une solution industrielle. »

Le *Journal des Débats* dans un article fort élogieux, constatant que l'éclairage des appartements élégants d'où le gaz est proscrit, appartient désormais à la lumière Edison, cite l'opinion actuelle de M. du Moncel. On se souvient que cet honorable savant fit une vive critique du système Edison quand la nouvelle de sa découverte nous vint d'Amérique. M. du Moncel vient de publier dans son journal *Lumière électrique* une longue analyse de ce système. Les *Débats* y relèvent les considérations suivantes :

« Tous ces essais, dit M. du Moncel en parlant des tentatives faites jusqu'en 1879 par divers physiciens, n'avaient que médiocrement réussi, pour ne pas dire plus, et, quand en 1879, on annonça la nouvelle lampe à charbon incandescent de M. Edison, beaucoup de savants et moi-même en particulier doutèrent de l'exactitude des allégations qui nous venaient d'Amérique.

« Pourtant M. Edison ne se tint pas pour battu et malgré la vive opposition qu'on fit alors à ses lampes, malgré la polémique acerbe dont il fut l'objet, il ne cessa de les perfectionner au point de vue de la pratique, et il est arrivé aujourd'hui aux lampes que nous voyons à l'Exposition et dont tout le monde peut admirer la parfaite fixité. »

Et en terminant, M. du Moncel déclare que « ce que les incrédules ont de mieux à faire maintenant, c'est de s'incliner devant les faits. »

Le *Journal des Débats* ajoute : « Quand nous disons que le système Edison est en voie d'opérer une complète révolution dans nos habitudes, nous ne faisons que tirer une conclusion d'une série d'observations. Et cette conclusion s'affirme d'une façon bien plus puissante encore si on compare l'éclairage au gaz à l'éclairage par incandescence. Le gaz suivra la destinée de toute chose ici-bas qui est combattue par une autre mieux organisée. Il sera vaincu. C'est le sort des faibles ; c'est la loi éternelle du combat pour l'existence. »

La *République Française* se livre aussi à un long examen du système Edison.

« La grande nouveauté, dit-elle, que l'Exposition actuelle met dans une éclatante lumière — nouveauté très inattendue, il faut le dire hautement, pour les hommes de science comme pour les hommes de pratique dans notre vieille Europe, — c'est la lampe à incandescence. Le succès incontestable du nouveau système surprend un peu les savants, de même que sa souplesse émerveille les gens du monde parce que les principes sur lesquels il repose avaient plusieurs fois déjà tenté les inventeurs comme les physiciens et s'étaient toujours jusqu'ici montrés stériles en résultats vraiment pratiques. Mais les deux grandes races anglo-saxonnes, les Etats-Unis et l'Angleterre, ont rivalisé d'efforts pour atteindre le but, et cette fois encore on a prouvé le progrès en marchant au nez des sceptiques.

La *République Française* retrace ensuite les travaux d'Edison sur la lumière électrique en 1878 :

« Sur ce terrain, fort exploité depuis plusieurs années déjà, dit-elle, Edison prit aussitôt le taureau par les cornes en se posant le problème dans toute son étendue et avec les plus extrêmes difficultés. C'est une solution complète qu'il poursuit : faire tout ce que fait le gaz — en fournissant une lumière d'intensité constante, facilement maniable, capable de se placer partout en petites masses comme nos

becs de gaz actuels correspondant à huit ou seize bougies, c'est-à-dire une ou deux carcels — mais le faire mieux que le gaz en donnant une lumière dépourvue de toute odeur, qui ne transforme pas les salons en fournaises et qui n'émet aucune vapeur nuisible à la santé de l'homme ni à celle des ameublements ou des peintures délicates multipliées autour de nous. Voilà le programme comprenant à la fois la fixité et la divisibilité de la lumière électrique. Reste à voir jusqu'à quel point et à quel prix ce programme est réalisé.

La *République française* entre alors dans les détails de la fabrication de la lampe, les examinant avec soin, au point de vue théorique et au point de vue pratique, puis elle conclut ainsi :

« Nous avons tenu à raconter avec détail l'intéressante histoire de la lampe Edison parce qu'elle montre combien il faut d'efforts persévérants pour arriver aux résultats simples, c'est-à-dire vraiment pratiques, et parce qu'elle met aussi en évidence le caractère tout particulier de science industrielle aux États-Unis : l'union du capital et de l'intelligence permettant de mener à bonne fin des recherches qui seraient impossibles chez nous. ».

Complétons ces extraits par celui suivant du « Sun » de New-York en date du 7 août qui, en retraçant les développements qu'a pris déjà en Amérique l'application du système d'éclairage Edison, nous met à même de prévoir l'extension considérable qu'il est appelé à prendre aussi bien en France que dans toutes les contrées du globe :

« On dit que la valeur actuelle des actions et parts de M. Edison dans les diverses Compagnies qui ont été formées pour exploiter sa lumière incandescente est de 4 à 5 millions de dollars; mais les entreprises ne sont encore que dans un état préparatoire. Une organisation est élaborée et donne lieu à beaucoup de travaux. Il y a une Compagnie de la Lumière Électrique Edison pour le Nord et le Midi de l'Amérique. Une Compagnie Anglaise et une Compagnie Européenne. M. Egisto P. Fabbri de la maison Drexel Morgan et C^ie^ est parti dernièrement pour l'étranger, dans l'intérêt de la Compagnie Anglaise qui doit exposer à Londres sous peu. La Compagnie Européenne va exposer à Paris. Il y a des Compagnies distinctes pour la fabrication des lampes, des machines dynamo-électriques, et des tuyaux par lesquels le courant est transmis dans les rues et dans les maisons. Les ventes de la force motrice à New-York et de la lumière électrique Edison appartiennent à la Compagnie « Edison's Electric Light Illuminating Company » qui a été constituée en janvier 1881.

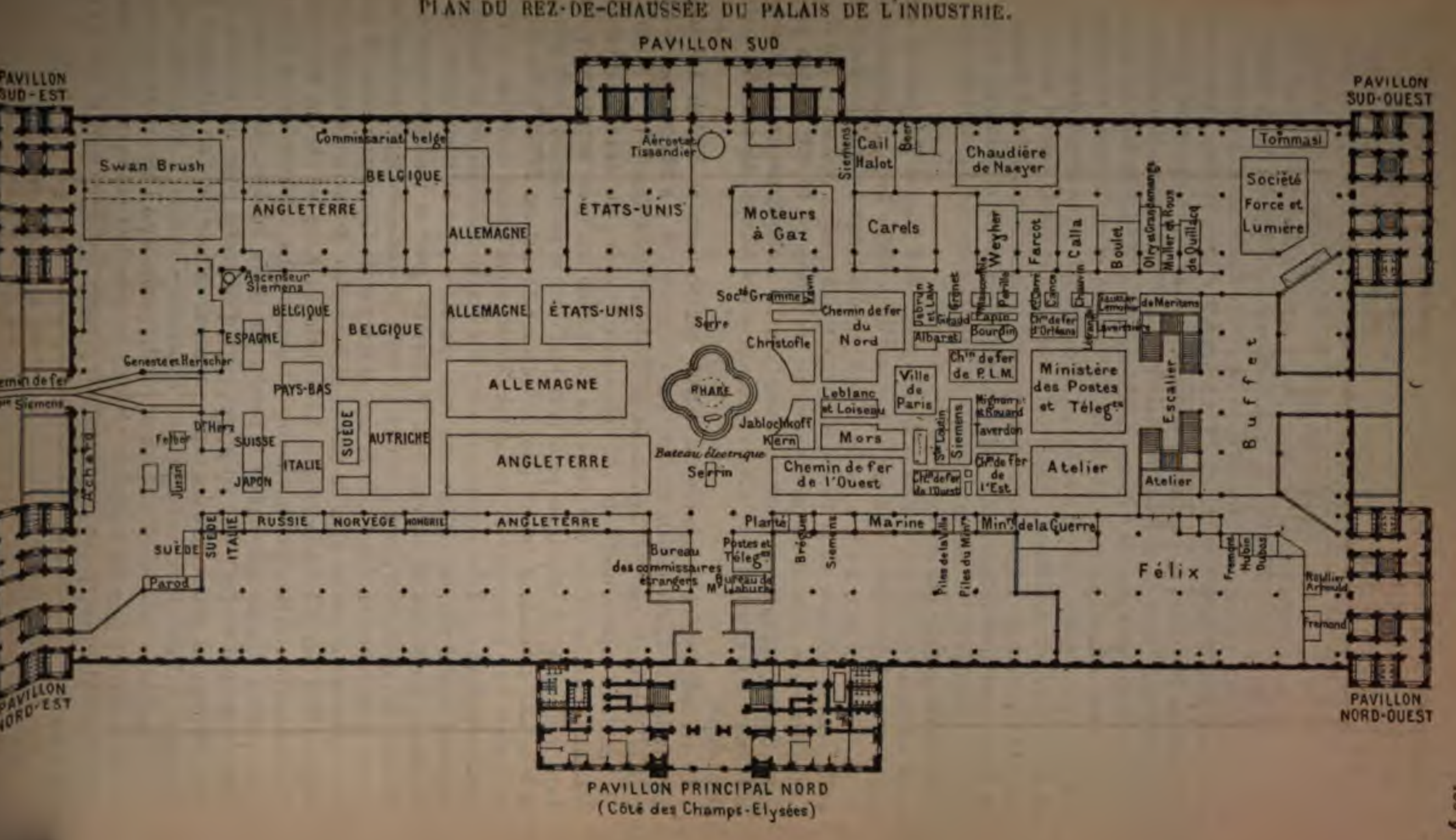
Cette compagnie qui s'est d'abord adressée à toute la ville avant de poser ses fils, s'arrange en ce moment pour éclairer deux districts. Le plus grand progrès a été fait dans la partie inférieure de la ville bornée par Wall, Nassau, Spruce, Ferry Streets et Peck Slip, la East River formant la limite de l'est. La compagnie fait savoir que dans ce district elle a déjà posé ses fils dans 980 maisons pour l'introduction de la lumière et qu'elle a fait des traités avec environ 1100 consommateurs. Elle occupe 40 ouvriers en ce moment pour la pose de ses fils. Les traités déjà faits dans ce district nécessiteront 9000 becs de lumière de la force de 16 bougies et 4000 de la force de 8 bougies chaque. La Compagnie s'engage également à fournir de la force-vapeur jusqu'à 5 chevaux à toute personne qui en fera la demande et elle entend faire marcher à l'électricité 617 monte-charges et 55 élévateurs dans ce district. Les fils ont été posés dans une grande imprimerie pour 647 foyers de lumière, une autre pour 550 foyers. L'autorisation pour la pose des tuyaux de service dans les rues a été obtenue et la Edison Electric Tubing Co. 65, Washington Street, fabrique un

(Voir la suite page 338 *b*).

PLAN DU 1er ÉTAGE DU PALAIS DE L'INDUSTRIE.

PAVILLON SUD
PAVILLON SUD-EST
PAVILLON SUD-OUEST
Ascenseur Siemens
Aérostat électrique
Escalier
2 Théâtre
1 Galerie des Beaux-Arts
Salon A du Président
Salle à manger 5
Antichambre 4
3 Salon
Cuisine
Bains
5-6
Edison 23
Edison 24
D
Salle du Congrès
22 Salle de Lecture
20 Musée
18 rétrospectif
16
C
14
12
10
8 Téléphones 7
B Salle de vente
21 Petit buffet
19 Horlogerie
17
15
13
11
9
PAVILLON NORD-EST
PAVILLON NORD-OUEST
E. MORIEU Sc.
PAVILLON PRINCIPAL NORD
(Côté des Champs-Élysées)

PLAN DU REZ-DE-CHAUSSÉE DU PALAIS DE L'INDUSTRIE.



kilomètre de tuyaux chaque semaine. On aura besoin de 15 kilomètres de tuyaux dans ce district. Les tuyaux en fer qui transmettent l'électricité sont de deux pouces de diamètre contenant deux conducteurs en cuivre d'un pouce de largeur et d'un quart de pouce d'épaisseur séparés l'un de l'autre et de l'intérieur du tuyau par une substance isolante. Des contrats ont été passés pour les travaux de terrassement dans les rues, et les maisons 255 et 257 Pearl Street ont été achetées pour installer la station centrale d'éclairage de ce district. Des traités ont été faits avec une maison de Philadelphie pour la construction et la livraison le 16 septembre de 12 machines à vapeur Porter, d'une force moyenne de 125 chevaux chaque. Ces machines avec leurs dynamos, génèreront l'électricité pour ce district ; mais il est estimé qu'on n'aura jamais besoin de faire fonctionner plus de 8 de ces machines sauf quelquefois dans les après-midi d'hiver quand on aura besoin de la lumière et de la force en même temps. La compagnie s'attend à ce que, dans ce district, ses bénéfices de la vente de la force-vapeur seulement, donneront un dividende sur le capital employé indépendamment de l'argent reçu pour ventes de la lumière. Elle se propose de faire payer pour la lumière le même prix que les Compagnies du gaz, et elle fera ses comptes de la même manière, d'après la quantité d'électricité consommée enregistrée par des compteurs.

La fabrique de lampes à Menlo-Park produit 1000 lampes par jour en ce moment. La durée moyenne d'une lampe est de 8 mois. Les consommateusr ne payeront rien pour les lampes. La Compagnie des lampes a fait l'acquisition de la grande fabrique de la Peters Manufactory Company à Newark et fait des installations qui doivent la mettre à même de fabriquer 10,000 lampes par jour. Cette Compagnie a passé un traité avec la Compagnie de la lumière Edison, pour la fourniture de lampes à un prix qui ne doit pas dépasser 35 cents par lampe.

Le second district à éclairer est borné par Madison et Eighth Avenues Twenty fourth Thirty fourth Streets. Dans ce district il y a 214 pompes pour puiser l'eau et la monter aux étages supérieurs; 2509 machines à coudre, et une force-vapeur totale de 1435 chevaux employée pour faire fonctionner les monte-charges et les élévateurs. La Compagnie va faire un contrat pour fournir des moteurs électriques pour faire tout cela. Si les machines sont prêtes à temps, la Compagnie espère pouvoir éclairer le district inférieur au mois d'octobre. Les constructions de Goerck Street, appartenant autrefois à The Etna Iron Works, ont été achetées et on y fait des installations en ce moment qui vont coûter 250,000 dollars avec des machines pour la manufacture des dynamos, compteurs et moteurs. On y travaille jour et nuit aux appareils destinés aux deux districts à éclairer. La vente de machines séparées pour les hôtels et fabriques en dehors de la Cité se fait par la Compagnie sœur. Il y a un département spécial pour la marine et beaucoup de navires à vapeur sont déjà éclairés par la lumière Edison. La semaine dernière les fils ont été posés à la maison Durant House à Blue Mountain Lake, dans les Adirondracks, et l'hôtel sera pourvu des machines pour la production de la lumière. La compagnie Edison de lumière électrique est propriétaire d'un brevet pour un chemin de fer électrique et on fait déjà des essais sur un chemin de fer d'un kilomètre de longueur à Menlo Park. Aussitôt que la première station, à New-York, sera éclairée, une section de ce chemin de fer doit marcher à l'électricité en vertu d'arrangements déjà faits, afin de vérifier les résultats pratiques qu'on peut attendre de l'invention. Les bureaux de la compagnie Edison sont n° 65, Fifth Avenue.

# APPENDICE

---

## RENSEIGNEMENTS

ANNEXÉS AU CATALOGUE PAR L'ÉDITEUR

# L'EXPOSITION D'ÉDISON

L'exposition d'*Édison* est certainement la plus importante, la plus nombreuse et la plus variée de tout le palais de l'Industrie. Deux salles entières lui sont consacrées, ainsi qu'une partie du rez-de-chaussée où se trouvent les moteurs et les générateurs.

Parlons d'abord du *système d'éclairage électrique par incandescence.* Il se compose essentiellement d'un générateur électrique fournissant un courant de haute tension, de conducteurs de haute conductibilité qui servent à distribuer l'énergie électrique à une certaine distance du générateur. En certains points des circuits, sont intercalés des appareils de grande résistance qui convertissent en chaleur et en lumière l'électricité produite par le moteur, là où on le désire. Enfin l'ensemble est complété par un système d'enregistrement *quantitatif* de l'énergie électrique convertie en lumière en un point donné.

La source électrique est une machine dynamo-électrique qui, dans le but de permettre l'emploi de conducteurs de cuivre d'une section relativement faible, est construite pour fournir une force obctromotrice constante et égale à 110 *volts*.

Sa résistance intérieure est de moins de $\frac{1}{100}$ d'*ohm*.

Les parties résistantes du circuit montées en dérivations sur les conducteurs principaux (on dit aussi en *multiple arc* ou *en quantité*) se composent de filaments de charbon de 12 centimètres de longueur. Leur section transversale est de 1 millimètre carré, mais les extrêmités sont plus grosses. Ce renforcement des extrémités est solidement maintenu dans des emboîtements (soit à l'aide d'écrous, soit par galvanisation) et ces emboîtements sont fixés à des fils de platine scellés dans les globes qui les contient et où l'on a fait le vide. Telle est en substance la forme de la lampe d'Edison qui présente une certaine analogie avec un tube de Geissler, mais qui en diffère essentiellement en ce sens que, dans la lampe d'Edison, le courant traverse un conducteur de charbon continu, tandis que dans le tube de Geissler, le circuit est interrompu et le courant doit traverser un gaz raréfié, d'une extrémité à l'autre.

Edison est le premier qui ait fait usage, et ces brevets en font foi, d'un filament de charbon incandescent *continu*, avec une résistance supérieure à dix ohms, dans un vide maintenu par un globe de verre *continu* dans lequel on scelle les conducteurs métalliques.

Le courant qui traverse les lampes peut être mesuré en permettant à une portion excessivement faible de ce courant de produire un dépot de cuivre dans une cuve électrolytique, et de peser le métal. On peut ensuite calculer la quantité de courant totale qui a traversé le circuit par les lois bien connues de l'électrolyse.

Voilà pour le principe. Quant à l'application, pour montrer la valeur pratique de son système d'éclairage électrique, Edison a envoyé d'Amérique au

palais de l'Industrie, un ensemble d'appareils qui fonctionneront pendant toute la durée de l'Exposition.

Ces appareils comprennent; une chaudière à vapeur pour un moteur de 150 chevaux ; une machine dynamo-électrique à vapeur (steam-dynamo-électric-machine) se composant d'un moteur à vapeur à grande vitesse, parfaitement équilibré, tournant à 360 tours par minute et actionnant, à la même vitesse, une armature qui lui est directement attachée, et dont le poids dépasse trois tonnes et demie. Cette armature tourne dans un champ magnétique intense formé par trois électro-aimants puissants réunis pour n'en former qu'un seul à leurs extrémités. L'armature se compose d'un grand nombre de barres isolées entre elles et isolées de l'axe; elles entourent un tambour composé de disques de cuivre et de fer. Chaque barre est fixée à deux disques de cuivre à chaque extrémité de l'axe et du groupe de disques de fer. Cette armature développe une énergie électrique équivalente à 120 chevaux et est mise en mouvement par le moteur à vapeur qui en développe 125. Elle doit alimenter mille lampes : sept cents serviront à l'éclairage du grand escalier du Palais, les trois cents autres seront réparties dans les deux salles consacrées à l'exposition d'Edison. C'est dans ces salles que l'on trouvera toutes les applications nécessaires pour démontrer que le système peut, à tous les points de vue, se substituer au gaz, aussi bien pour l'éclairage que pour la force motrice de la petite industrie, tours, machines à coudre, etc.

A côté de la machine puissante de 120 chevaux s'en trouvent deux plus petites qui peuvent produire chacune une énergie électrique équivalente à un travail de quinze chevaux. L'une d'elles a une force électro-motrice de 110 volts, la seconde qui doit fournir des lumières de huit bougies seulement pour la marine et les mines, n'a que 55 volts de force électro-motrice.

Disons maintenant quelques mots des salles d'exposition de M. Edison : elles renferment ses inventions les plus importantes, nous en énumérerons seulement quelques-unes :

Le *Microtasimètre*, avec lequel, en 1878, il a pu mesurer les changements les plus faibles de température. Cet appareil lui a permis de reconnaître des rayons calorifiques dans les rayons lumineux émis par la plupart des étoiles fixes : il a aussi démontré le premier la possibilité d'enregistrer les phases de mouvement produites par un rayon de lumière ondulatoire.

L'*Odoroscope*, est un appareil qui permet de rendre visible la présence de certaines huiles essentielles et des vapeurs d'hydrocarbure, et d'enregistrer leur action.

Le *Téléphonographe*, instrument des plus curieux avec lequel on reproduit la voix humaine, un temps indéterminé après que les paroles ont été prononcées, à l'aide d'une machine placée à plusieurs kilomètres de celui qui a parlé.

Le *Webermètre*, balance très délicate qui enregistre la quantité de courant qui a traversé un circuit pendant un temps donné. Les avantages de cet instrument seront très appréciés par les physiciens qui s'occupent des quantités électriques et connaissent la valeur du pont de Wheatstone et du galvanomètre de Thompson. Le Webermètre révèle et permet de mesurer un courant si faible qu'il ne déposerait que dix milligrammes de cuivre dans l'espace d'un siècle.

L'*Électro-motographe* et les nombreuses applications de son principe qui constituent un des plus beaux titres de gloire de ce génie inventif.

Nous arrêterons ici cette rapide énumération qui, pour être complète, demanderait un volume. Il nous suffit d'avoir donné une vague idée des merveilles renfermées dans les salles 23 et 24

# LA LUMIERE ÉDISON

L'exposition du système d'éclairage électrique de M. Edison au Palais de l'Industrie doit être envisagée à un point de vue tout particulier qui échappera à ceux qui visiteront le Palais par occasion, en passant, pour ainsi dire.

Bien que le système soit présenté pour la première fois, il ne faut pas oublier qu'il n'est ni une expérience, ni un spectacle, mais *un fait accompli*.

Le succès du système d'éclairage électrique d'Édison, établi à Menlo-Park par l'éclairage d'un espace de un mille carré, a été suivi par son introduction dans la capitale des Etats-Unis, comme une lumière nouvelle se substituant au gaz pour tous les usages. On a déjà fait à New-York tous les travaux d'installation pour quinze mille lampes, et lorsque cette installation sera entièrement terminée, il y aura encore à faire plus de deux mille applications aux États-Unis et au Canada, car tout le monde veut cette lumière magnifique, économique et pratique.

On sent bien qu'un pareil résultat n'a pu être obtenu qu'au prix de grands sacrifices d'argent et une énorme dépense d'énergie.

On peut voir dans le salon de M. Edison, dans sa collection de photographies, quelques-unes des fabriques qui construisent l'énorme matériel qu'exigent toutes ces installations.

Voici par exemple *la première fabrique de lampes établie à Menlo-Park;* elle occupe 150 personnes qui fabriquent 2000 lampes par jour. On y voit successivement le soufflage du verre, la carbonisation, les pompes à vide, le montage des lampes et leur emballage.

La partie la plus intéressante est certainement l'atelier des pompes où l'on fait le vide dans les lampes. Ce travail s'accomplit par plus de cinq cents chutes de mercure pur, travaillant par aspiration. Ce mercure est ensuite repris par des pompes, élevé à un niveau supérieur, utilisé de nouveau et ainsi de suite.

Cet atelier est séparé du reste de l'usine de Menlo-Park par une distance de plus d'un kilomètre. Les pompes à mercure sont mises en mouvement par des machines dynamo-électriques d'Edison recevant le courant, à l'aide de conducteurs, de deux autres générateurs électriques actionnés par le moteur à vapeur de l'usine. C'est là une application pratique de la force motrice à distance.

Le *laboratoire* proprement dit se subdivise en sections respectivement consacrées à la physique, la métallurgie, la chimie et la mécanique. Il n'y a pas dans le laboratoire moins de cent personnes occupées à réaliser pratiquement les expériences conçues par Edison. Une force motrice de 80 chevaux, disponible nuit et jour, sert au fonctionnement des machines. La *bibliothèque* d'Edison mérite aussi une mention toute spéciale. Elle renferme une collection complète des recueils de toutes les sociétés savantes, Comptes rendus de l'Académie des sciences, Annales de physique et de chimie, Annales de Poggendorff, Transactions et Proceedings of the Royal Society, de Londres, Silliman's journal, Il Nuovo Cimento, etc.

Les *ateliers* d'Édison établis à New-York, Goorck-Street, occupent trois cents ouvriers munis des outils et des machines les plus perfectionnés; c'est le centre

d'action actuel. C'est là que sont rassemblés tous les moteurs à vapeur, chaudières, machines dynamo-électriques, etc., employés dans le système Edison; ces appareils sont fabriqués par des usines et des compagnies liées par contrat. C'est là où se font les études d'installations pour l'Angleterre et l'Amérique du Sud.

On y essaye, lorsqu'elles arrivent, les machines de 125 chevaux de la compagnie Porter-Allen, avec lesquelles la **Edison Illuminating C°** doit éclairer New-York.

L'**Edison Tube Company** de New-York fabrique actuellement, à raison de plusieurs kilomètres par jour, les conducteurs et les tubes qui doivent être placés dans les rues pour former les conducteurs principaux.

L'exposition d'Edison au Palais de l'Industrie renferme des spécimens de toutes les matières et les machines fabriquées par tous les ateliers qui travaillent pour les compagnies qui exploitent le système Edison.

Un de ses représentants montrera le système complet en fonction. Ce système comprend une chaudière de 150 chevaux, système Babcock et Wilcox, un moteur de 125 chevaux à grande vitesse, système Armington et Sims relié à une machine dynamo-électrique de 120 chevaux, des conducteurs, des tuyaux, des installations, des mesureurs de courant, et mille lampes qui éclaireront les salons d'Edison et le grand escalier d'honneur.

# L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE PAR INCANDESCENCE
## SYSTÈME MAXIM

Les appareils exposés par la **United States Electric Lighting Company**, *de New-York*, propriétaire des brevets de *M. Hiram-Maxim*, se prêtent également bien à l'éclairage par arc voltaïque, par puissants foyers, et à l'éclairage divisé en foyers aussi petits qu'on le désire, par les lampes à incandescence.

La lumière par arc voltaïque sera représentée par deux puissants projecteurs de quarante mille bougies chacun (4000 becs Carcel), disposés sur le faite du Palais de l'Industrie.

La lumière par incandescence, système Maxim, éclairera la salle d'honneur (salle C.) avec environ 200 lampes, dont 65 au plafond, et 16 appliques de 6 lampes chacune, disposée tout autour de la salle. Il faut ajouter à cet éclairage un certain nombre de lampes qui seront placées sur d'élégants candélabres de la maison Barbedienne.

Enfin, une partie de la nef sera éclairée par 10 lampes à arc voltaïque, d'une puissance de 200 becs Carcel chacune, chiffre ordinaire de la lumière fournie par les régulateurs employés dans l'industrie.

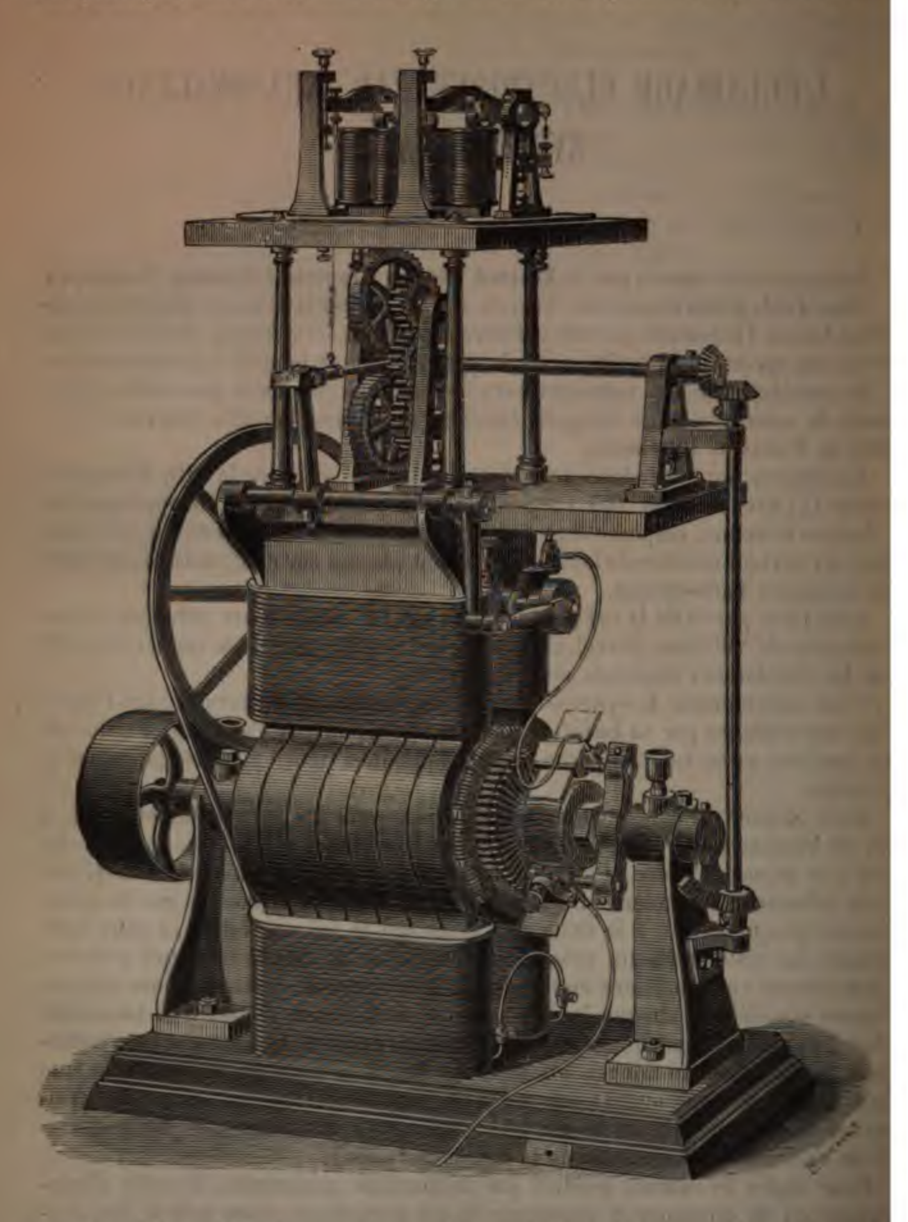
C'est certainement le système par incandescence qui attirera le plus l'attention des visiteurs par sa beauté, sa fixité, et surtout par l'extrême division de la lumière, aussi lui consacrerons-nous quelques lignes pour en expliquer le principe.

Pour réaliser un éclairage électrique divisé pour les usages domestiques, il est de première importance d'obtenir l'*indépendance absolue des foyers*, afin que l'on puisse éteindre et allumer à volonté un nombre quelconque de foyers sans influencer la lumière produite par tous les autres alimentés par la même source, ce qui nuirait à la fixité de l'éclairage et lui enlèverait sa plus belle qualité. Le système Maxim présente un ensemble de dispositions qui réalisent parfaitement ces conditions en réagissant sur la source électrique pour proportionner son débit à chaque instant au nombre de foyers en activité. La source électrique est une machine dynamo-électrique à courants continus avec inducteurs verticaux et un anneau allongé. Les balais collecteurs de cette machine sont reliés aux conducteurs sur lesquels sont branchées les lampes *en dérivation*. Les inducteurs de la machine génératrice sont alimentés par une machine excitatrice que représente la figure ci-dessous.

Pour régler le courant produit par la machine génératrice, il suffit d'augmenter ou de diminuer la puissance de ses inducteurs; pour cela il faut augmenter ou diminuer la puissance du courant produit par l'excitatrice. Le moyen employé par M. Maxim consiste à faire tourner les balais autour du collecteur, de façon à les rapprocher ou à les éloigner des points neutres pour affaiblir ou augmenter le courant produit par l'excitatrice. C'est ce que réalise

*automatiquement* le régulateur placé sur la machine excitatrice, de la faç suivante :

Un électro-aimant, à fil fin, placé sur la machine, en dérivation sur le ci cuit principal, attire avec une force qui varie avec la puissance du courant u



armature à laquelle est suspendu un cliquet à deux dents opposées qui reçoit un mouvement de va-et-vient, par une transmission intermédiaire prise sur l'axe même de la machine. Ce cliquet se meut entre deux roues dentées qu'il ne touche pas lorsque le courant qui traverse l'électro-aimant du régulateur

a sa valeur normale. Si, par l'allumage de nouveaux foyers, le courant s'affaiblit, l'armature, moins fortement attirée et sollicitée par un ressort antagoniste, s'éloigne, soulevant le cliquet dont la dent supérieure s'engage dans la denture de la roue supérieure; ce mouvement est transmis par l'intermédiaire d'engrenages aux balais qui s'éloignent alors des points neutres, le courant de la machine excitatrice augmente, celui de la machine génératrice aussi. L'effet inverse se produit si, par suite de l'extinction d'une ou de plusieurs lampes, le courant était trop puissant. Un second électro-aimant, disposé sur le régulateur, à côté du premier, joue le rôle de *soupape de sûreté*. La tension du ressort antagoniste de l'armature de cet électro-aimant est réglée de telle manière, qu'elle obéisse seulement à un accroissement excessif de l'intensité du cou-



rant, accroissement qui pourrait résulter, par exemple, de la rupture brusque et accidentelle d'un des conducteurs principaux. Dans ce cas, la queue de l'armature vient s'appliquer sur un contact en platine, les inducteurs de la machine excitatrice sont placés en court circuit, le courant s'affaiblit et les lampes sont ainsi protégées contre l'action d'un courant trop intense qui aurait pu les détruire, jusqu'à ce qu'il soit remédié à l'accident.

La lampe à incandescence Maxim représentée ci-contre se compose d'un mince filament de charbon fabriqué avec du papier-carton, et ayant la forme d'un M arrondi. Ce filament est renfermé dans un globe de verre de 5 centimètres de diamètre, dans lequel on fait le vide, puis on y laisse pénétrer des vapeurs de gazoline, on fait le vide de nouveau, et ainsi de suite jusqu'à ce que tout l'air ait disparu et que la pression ne dépasse pas $\frac{1}{100\,000}$ d'atmosphère. La vapeur

de gazoline dans laquelle se trouve le filament de charbon joue un rôle rénovateur : des dépôts de carbone viennent s'attacher aux parties les plus minces du filament, et, par suite, les plus prêtes à faiblir, il en résulte que le filament conserve son homogénéité. Les extrémités du filament sont reliées à deux fils de platine qui traversent le joint formé d'un émail spécial, c'est à ces fils que viennent se rattacher les conducteurs, par l'intermédiaire d'une monture et d'une clef analogue à un robinet de gaz, permettant d'allumer ou d'éteindre instantanément une lampe donnée.

On trouvera, d'ailleurs, dans l'*Électricien* du 1er juillet 1881 et dans *la Nature* du 29 juillet, tous les détails de fonctionnement du système Maxim, dont nous ne pouvons donner ici qu'une idée générale.

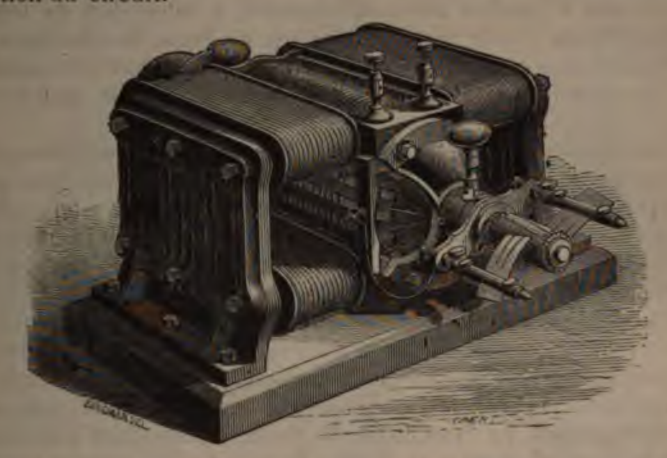
Tous les visiteurs du Palais de l'Industrie emporteront la conviction qu'il résout pratiquement le problème de la division de la lumière électrique.

L'exploitation industrielle en Amérique est d'ailleurs un fait accompli depuis près d'une année, et les ateliers de la *United States Electric Lighting Company* n'occupent pas moins de quinze cents ouvriers pour la construction des machines et des lampes, sans pouvoir suffire aux commandes. La pose des fils principaux est commencée dans New-York, et le système est en train d'y recevoir un immense développement. L'exploitation est aussi commencée en Angleterre et, avant la fin de l'Exposition, plusieurs éclairages fonctionneront d'une manière courante à Paris. Les bureaux de la *United States Electric Lighting Company* sont installés, 25, avenue de l'Opéra.

# LE SYSTÈME WESTON

Le système **Weston**, dont le développement est si grand en Amérique, contribuera à l'éclairage du Palais de l'Industrie, où seront installés 4 foyers à arc voltaïque d'une puissance de 4000 candles (400 becs Carcel), et 10 foyers plus petits de 2000 candles chacun.

La machine Weston, dont la figure ci-dessous représente un des premiers modèles, est une machine dynamo-électrique à courants continus à laquelle l'inventeur s'est attaché à donner des qualités spéciales qui faisaient défaut aux machines antérieures. C'est ainsi que, pour éviter l'échauffement de l'anneau, M. Weston l'a formé d'un grand nombre de disques de fer superposés, séparés par des intervalles vides, les bobines sont enroulées dans des cannelures longitudinales et reliées à un collecteur à lames obliques. Grâce à ces dispositions, l'anneau joue le rôle d'un véritable ventilateur à force centrifuge et l'anneau reste toujours froid par suite de la circulation rapide de l'air. Les lames obliques du collecteur assurent une grande régularité au courant parce que les balais sont toujours en contact avec deux lames et qu'il n'y a ainsi aucune interruption du circuit.



La lampe Weston est fondée sur le principe différentiel, ce qui permet de disposer un nombre indéterminé de foyers sur un même circuit. Au Palais de l'Industrie les dix foyers de 2000 candles seront alimentés par une seule machine Weston. La lampe Weston, dont on trouvera une description complète dans l'*Électricien* du 1er août 1881, est d'une grande simplicité, ce qui assure son bon fonctionnement. Il n'y a en réalité que deux pièces mobiles : l'armature et le porte-charbon supérieur, sans aucun mouvement d'horlogerie. Aussi donne-t-elle une lumière d'une fixité remarquable, que d'autres systèmes peuvent peut-être atteindre, mais qu'ils ne pourront certainement pas dépasser.

La réputation des machines Weston n'est plus à faire en Amérique et il y en a actuellement plus de *mille* en service courant pour les usages galvanoplastiques ; elles commencent à être aussi très répandues en Angleterre.

Quant aux lampes Weston, on les emploie actuellement pour l'éclairage électrique d'une partie de la Cité, à Londres.

# L'UNIFICATION DE L'HEURE

Il n'existe qu'un seul moyen d'arriver à l'unification de l'heure économiquement et sûrement, c'est par le *réglage électrique*. **M. Collin**, successeur de B. H. Wagner, 118, *rue Montmartre*, s'en est occupé des premiers, comme le constatent ses brevets, dont le premier date de 1866; et il y a aussi des premiers réussi, ainsi que le prouvent les nombreuses installations de son système qu'il a faites en France et à l'étranger.

M. Collin estime avec juste raison que, pour les besoins de la vie ordinaire, le réglage *chaque seconde* est inutile; le public n'en a pas besoin d'une part, les horloges, d'autre part, ne marquent pas la seconde, et enfin le jeu des aiguilles ne permet pas de constater une différence de quelques secondes. Il est cependant désirable que le public puisse se procurer, dans quelques cas particuliers, l'heure exacte à la seconde.

Voici comment toutes ces conditions se trouvent réalisées dans le système de M. Collin, décrit dans ses brochures de 1876 et 1880.

L'Observatoire détermine astronomiquement, à intervalles de temps très rapprochés, l'heure *exacte* pour le méridien de Paris. Des horloges de très haute précision, placées dans les conditions les plus favorables et toujours sous les yeux des astronomes, conservent cette heure exacte. Ce sont les *Garde-Temps*.

Les Garde-Temps servent à régler des *Régulateurs-types* de précision qui, à leur tour, régleront et maintiendront d'autres horloges, construites avec soin, *par l'emploi de l'électricité*. Ces horloges, réglées par les *Régulateurs-types*, désignées sous le nom de *Centres horaires*, donneront la seconde et serviront à régler les diverses horloges qui leur seront reliées électriquement. Ces Centres horaires seraient réglés toutes les heures.

Les horloges réglées par les Centres horaires ne demandent l'emploi de l'électricité que toutes les heures, toutes les six, douze ou vingt-quatre heures, suivant les cas. Dans ces conditions, il est facile d'emprunter, pour le service de l'unification de l'heure, les lignes télégraphiques existantes, sans nuire au service des dépêches. Le système de M. Collin réalise donc l'unification de l'heure dans Paris, et, si on le veut, *dans toute la France*, par des moyens sûrs et peu coûteux.

M. Collin insiste beaucoup sur le réglage des Centres horaires *chaque heure*, et non pas *chaque seconde*.

Le réglage à chaque seconde, qui n'augmenterait pas de beaucoup la précision, présenterait par contre plusieurs inconvénients; il demanderait 3600 fois plus de contacts dans le même temps, — et l'on sait que les contacts électriques demandent beaucoup de soin et d'entretien pour bien fonctionner, — il faudrait aussi établir des lignes spéciales, ce qui augmenterait beaucoup le prix d'installation et priverait plusieurs villes des bienfaits de l'unification de l'heure. En résumé, le système de M. Collin, dont on pourra étudier tous les détails en examinant les appareils exposés, en s'aidant des brochures explicatives très claires qu'il a publiées sur ce sujet, réalise parfaitement, économiquement et sûrement, le problème de l'*unification de l'heure à Paris et dans toute la France*.




Candélabre avec horloge remise à l'heure. Contrôleur de ronde. Alarme pour incendie et contrôleur de l'heure à laquelle a été donnée l'alarme.

# L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE PAR INCANDESCENCE
# SYSTEME SWAN

L'intérêt de l'éclairage électrique domestique se porte aujourd'hui tout entier du côté de l'incandescence. La lampe *Swan*, qui éclaire la salle du Congrès et la salle 21, les salles des téléphones, le vestibule, la cuisine et la salle du Président de la République, au premier étage du Palais del'Industrie, et au rez-de-chaussée le bureau de la Commission britannique et le Pavillon des Postes anglaises, réalise, à tous les points de vue, les conditions qu'on peut réclamer d'un éclairage parfait. Il n'y a qu'à regarder pour s'en rendre compte, et nous n'avons pas grand mérite à en enregistrer par avance le succès complet.

M. *Joseph Swan*, de Newcastle-on-Tyne, l'inventeur de la lampe à incandescence qui porte son nom n'est pas un nouveau venu dans l'électricité. Il a frayé des premiers, il y a plus de vingt ans déjà, les sentiers battus par tant de chercheurs.

A l'époque où la pile était le seul générateur d'électricité connu, M, Swan avait construit une lampe à incandescence de charbon de /papier dans le vide qui ne donna pas tous les résultats attendus par suite de l'insuffisance de la source et l'imperfection du vide obtenu avec les appareils de cette époque.

L'invention des machines dynamo-électriques a changé entièrement la question de face, et fait passer l'éclairage électrique du domaine de la science dans celui de l'industrie. La pompe de Sprengel a permis aussi la production du vide à un degré qui n'avait pas été atteint jusqu'alors.

Dans ces conditions toutes nouvelles, il y avait lieu de reprendre le problème en mettant à profit les ressources dont la science et l'industrie venaient d'être dotées, aussi M. Swan s'appliqua-t-il, dès l'année 1877, à perfectionner les anciens systèmes à incandescence de charbon et à faire disparaître leurs inconvénients. Voici quels étaient ces inconvénients :

Dans ces formes anciennes, les charbons étaient beaucoup trop gros, il fallait donc employer des courants puissants qui étaient, par ce fait, mal utilisés. Leur durée était d'autre part très limitée. Enfin, dernier inconvénient, le verre s'obscurcissait en très peu de temps par suite d'un dépôt très abondant de carbone sur ses parois sous forme d'une fumée noire. M. Swan a réussi à triompher complètement de ces trois graves inconvénients que présentait l'éclairage par incandescence de charbon.

M. Swan est arrivé à fabriquer son charbon en filaments très fins d'une assez grande résistance, variant entre 30 et 100 ohms, et qui, traversés par un courant dont l'intensité ne dépasse pas un weber, fournissent une lumière de 12 à 25 bougies (environ 1,5 à 2,5 bec Carcel).

Pour augmenter la durée, il fallait empêcher les rentrées d'air si difficiles à éviter avec les systèmes antérieurs dans lesquels les nombreux joints étaient une grande cause de perte. Les pompes ordinaires employées pour faire le vide étaient aussi bien insuffisantes. On ne s'inquiétait guère de l'air renfermé dans les pores du charbon lui-même, et qui, lorsqu'il devenait chaud par le pas-

sage du courant, se répandait dans le globe. Enfin, on ne s'était pas occupé non plus de rendre la résistance électrique des points de jonction *moindre* que celle du charbon incandescent lui-même.

Il fallait donc entreprendre une série d'expériences sur l'incandescence du charbon dans un vide presque parfait, — un vide aussi parfait que celui que M. Crookes nous a appris à produire, — pour savoir à quoi s'en tenir sur les points délicats de la question que nous venons d'énumérer.

C'est dès le mois d'octobre 1877 que M. Swan entreprit cette étude expérimentale avec M. Stearn. Il reconnut que pour produire un bon vide, il fallait *faire passer le courant pendant l'opération.*

Pour établir un bon contact entre le filament de charbon incandescent et les supports qui lui amènent le courant, il fallait augmenter la section aux points de fixation.

La lampe à laquelle M. Swan est arrivé à la suite de ses nombreuses recherches, dont nous n'avons pu donner ici qu'un aperçu, se compose d'un mince filament de charbon contourné en un tour de spirale et placé dans un globe où l'on a fait un vide presque parfait. Ce charbon, fabriqué avec un bristol particulier présente une très grande homogénéité, une grande élasticité, et durcit par l'usage, c'est-à-dire par le passage du courant. Sa finesse est excessive, et ne paraît pas beaucoup plus gros qu'un cheveu.

Nous n'avons à faire ici l'éloge de la beauté et de la fixité de la lumière. L'expérience parle ici pour nous. La salle des séances du Congrès international des électriciens et celle du petit buffet du premier étage qui lui est contiguë sont éclairées par cette lumière agréable et douce, admirablement fixe, et indéfiniment divisée.

Disons quelques mots de la nature des courants qui conviennent à la lampe Swan. La lampe Swan fonctionne avec toute espèce de courants. Machines magnéto et dynamo-électriques, courants continus, redressés ou alternatifs, piles ou accumulateurs lui conviennent également bien.

Elles fonctionnent avec les machines à courants alternatifs de M. de Méritens, les machines à courants continus Gramme et Siemens, les machines Brush, et les accumulateurs Faure. C'est là une qualité précieuse qui permet de les employer avec la plupart des générateurs d'électricité déjà existants pour des installations antérieures où l'on faisait usage de l'arc voltaïque. Le mode de liaison ou de montage des lampes varie avec la nature des courants que peuvent fournir les machines.

Ainsi par exemple avec les machines Brush qui fournissent des courants dont la tension est relativement élevée, on arrive à alimenter cent soixante lampes disposées sur seize circuits parallèles sur chacun desquels sont placées dix lampes en tension. Avec une machine à gros fil, il faut au contraire disposer toutes les lampes en dérivation (multiple arc).

Dans chaque cas, la nature de la machine doit servir de guide pour l'installation des lampes, de manière à obtenir l'effet maximum.

Depuis près d'une année déjà, les lampes à incandescence de M. Swan ont quitté le domaine de l'expérience pour passer dans celui de la pratique, et l'on n'en est plus à compter le nombre des applications qu'elles ont déjà reçues en Angleterre. Les premières installations ont été faites à Newcastle-on-Tyne, le pays de l'inventeur. Depuis, M. Spattiswoode, le président de la Société Royale de Londres, en a fait usage pour l'éclairage de son château de Comb-Bank.

Sir W. Armstrong éclaire aussi sa résidence de Craigside dans des conditions particulières qu'il est intéressant de signaler. Le générateur électrique

est une machine dynamo-électrique de Siemens et le moteur une turbine de huit chevaux placée à près de 1500 mètres du château dans lequel sont disposées 74 lampes. Malgré l'énorme distance qui comporte un développement de plus de trois kilomètres de fil, une force de huit chevaux est largement suffisante.

La bibliothèque, de onze mètres de longueur sur sept de largeur est magnifiquement éclairée avec douze lampes. Huit suffisent pour la salle à manger, et quarante-huit éclairent la galerie de tableaux ; l'effet est alors comparable à la lumière du jour. Toutes les lampes sont montées en dérivation sur les conducteurs principaux venant de la machine. Sir W. Armstrong estime que chaque lampe a une puissance d'environ vingt-cinq bougies.

Cette installation, dont Sir W. Armstrong témoigne la plus grande satisfaction montre bien que la divisibilité de la lumière électrique par l'incandescence est aujourd'hui un fait pratiquement accompli et que la lampe de M. Swan résoud le problème de l'éclairage domestique dans des conditions qu'on n'aurait jamais osé espérer ni prévoir il y a seulement quelques années.

Ses usages se multiplient chaque jour. L'Amirauté anglaise vient d'installer la lampe Swan sur son grand cuirassé l'*Inflexible ;* déjà les Compagnies maritimes adoptent ce mode d'éclairage : la Cie Inman pour ses nouveaux steamers *City of Richmond, City of Rome*, etc. — La Cie Cunard pour la *Servia*, — la Cie White Star pour l'*Asiatique*, etc.

M. Swan n'arrête pas là ses efforts : ces mois derniers il éclairait avec sa lampe de sûreté les mines de Plasley (comté de Nottingham) et s'attirait les remerciements et les compliments de la Commission royale des Ingénieurs. Enfin nous abrégeons cette énumération en disant que l'usage de la lampe de Swan est facilement certifié par l'activité qui règne dans l'usine de Newcastle, où plus de mille lampes sont fabriquées par semaine, sans que cependant leur inventeur puisse satisfaire aux nombreuses demandes qui lui arrivent de toutes parts.

Tous les visiteurs du Palais de l'Industrie emporteront la conviction que l'éclairage électrique par incandescence est l'éclairage de l'avenir et que la lampe Swan installée à l'Exposition par l'Ingénieur en chef M. Henry Edmunds, et son fidèle compagnon, notre compatriote, M. Maurice Simon, en représente la forme la plus parfaite et la plus pratique.

Henry **Edmunds**, Ingénieur, salle n° 21, *Palais de l'Industrie.*
Maurice **Simon**, Correspondant français, 83, *rue Charlot, Paris.*

# SIGNAUX ÉLECTRIQUES POUR CHEMINS DE FER

# SYSTEME SYKES PATENT LOCK AND BLOCK

Le but de cette invention est d'empêcher, de rendre même impossible qu'un pointeur-aiguilleur, à une station donnée, puisse laisser passer un second train dans la section intermédiaire entre lui et la station d'où émane le signal, celle-ci se trouvant à n'importe quelle distance, avant que le premier train ne soit entré dans la section suivante.

Ce système a été adopté par la compagnie « London Chatham and Dover Railway, the metropolitan District (souterrain) Railway C° » de Londres et plusieurs autres Compagnies anglaises de chemins de fer ; et actuellement MM. Puskas et Bailey, n° 19, rue d Argenteuil à Paris, en l'introduisant sur les principales places d'Europe, en font ressortir les immenses avantages.

Les inspecteurs du « Board of Trade » d'Angleterre le recommandent en disant que « se servir de cette invention, c'est rendre impossible tout accident par collision ». Les directeurs du chemin de fer « The Metropolitan District Railway » ajoutent : « C'est le meilleur appareil qui existe, car les signaux se ferment d'eux-mêmes et présentent ainsi une double sécurité. Comme fonctionnement l'appareil ne laisse rien à désirer et nous le recommandons tout spécialement à l'attention générale ».

M. Ruddell de la compagnie « London Chatam and Dover » dit : « c'est le meilleur système pratique qu'on ait encore inventé pour empêcher les collisions sur les voies ferrées ».

On peut voir fonctionner à la section américaine de l'Exposition internationale, au rez-de-chaussée, à côté du bureau du Commissariat américain, les modèles de ce nouveau système.

PROMENADE

# A TRAVERS L'EXPOSITION

---

Quand on pénètre dans le Palais de l'Industrie, actuellement ouvert aux merveilles contemporaines de l'Électricité, on est saisi d'un profond étonnement en présence de l'extraordinaire abondance des objets qui s'y rencontrent, et de l'innombrable quantité des machines qui s'y agitent. Il y a quelques années seulement, il était à peine question des applications de l'Électricité ; aujourd'hui elles apparaissent de toutes parts et contribuent déjà à augmenter les ressources de la science, de l'industrie, de la vie domestique ; elles se succèdent si vite et en si grande abondance que les physiciens peuvent à peine en suivre les progrès.

L'exposition internationale de l'Électricité ouvre une ère nouvelle dans l'histoire de la science. C'est le règne de l'Électricité qui s'annonce, à côté de celui de la vapeur ; après les Watt et les Stephenson, nous saluons aujourd'hui les Gramme, les Siemens et les Jablochkoff, les Graham Bell et les Edison.

## Le Chemin de fer électrique.

Nous pénétrons à l'entrée de la grande nef du Palais de l'Industrie commodément assis dans le wagon du chemin de fer électrique qui nous a conduit des chevaux de Marly (place de la Concorde) à la porte du Palais. On glisse mollement sur les rails de fer, sous l'action de la force produite à distance par une puissante machine dynamo-électrique, dont le courant est conduit jusqu'au wagon par un câble métallique conducteur [1].

Ce mode de transport est vraiment remarquable quand on songe que la force motrice est lointaine, que le wagon est entraîné sans qu'on puisse, en aucune façon, voir le moteur, ni même se douter qu'il existe. Le premier chemin de fer électrique a été construit par MM. Siemens et Halske dans l'enceinte de l'Exposition de Berlin en 1879. Les savants constructeurs ont, depuis cette époque, complété leur œuvre, qui avait d'abord commencé par être considérée comme une belle expérience d'électricité et un simple objet de curiosité scientifique ; ils ont su la rendre pratique.

Assurément, ce système électrique est encore susceptible de nombreuses améliorations, de nombreux perfectionnements ; mais tel qu'il est maintenant,

1. Les lecteurs qui désireraient avoir des renseignements précis sur le chemin de fer électrique les trouveront dans le journal *l'Électricien, Revue générale d'électricité* (25, avenue de l'Opéra). Dans le n° 5 du 15 juin 1881, une notice explicative très intéressante a paru sur ce sujet intéressant sous le titre : *Les chemins de fer électriques* à Berlin et à Paris.

tel qu'il se montre à l'exposition d'électricité, il peut être sûr d'un brillant avenir, surtout pour son usage dans les grandes villes.

### La Section étrangère.

Nous descendons du chemin de fer, et nous avons sous les yeux la section étrangère de l'exposition d'Électricité, qui occupe la moitié de la grande nef. Les États-Unis, l'Angleterre, l'Allemagne et la Belgique ont rempli une place considérable, et offrent aux visiteurs les produits multiples d'une science en complet développement. L'Autriche et la Hongrie, l'Italie, la Russie, la Suisse, les Pays-Bas, le Danemark, la Norvège, la Suède et le Japon même qui a exposé, tiennent aussi un rang important dans le domaine de l'Électricité.

L'Exposition des États-Unis abonde en objets des plus remarquables, parmi lesquels brillent, au premier rang, ceux de M. Graham Bell et d'Édison. M. Graham Bell a envoyé d'Amérique de nombreux spécimens de ses appareils téléphoniques et radiophoniques, et des appareils télégraphiques d'un puissant intérêt.

### Le Phare électrique.

En arrivant au milieu de la grande nef nous apercevons un phare monumental, modèle de ceux que l'on installe sur les côtes de France et qui ne lance plus au loin les rayons de la lampe à huile, mais bien ceux de l'éclatante lumière électrique. Le phare domine une pièce d'eau où circule l'ingénieux canot électrique de M. G. Trouvé.

A côté du phare nous visitons la serre où M. P.-P. Dehérain exécute ses études relatives à l'action exercée par la lumière électrique sur les végétaux.

### L'Exposition française.

Toute la seconde partie de la grande salle du rez-de-chaussée est occupée par la France; c'est là dans la partie sud du Palais que nous voyons fonctionner la grande machine à vapeur de plus de 1000 chevaux qui le soir actionne toutes les machines dynamo-électriques alimentant les innombrables foyers de lumière. C'est là que nous admirons les expositions de la Ville de Paris, du Ministère des postes et des télégraphes, du Ministère de la guerre, des principales lignes de chemins de fer. C'est là que nous passons en revue les machines Gramme, celles de l'Alliance et de Siemens, les appareils d'éclairage Jablochkoff, les admirables applications de la galvanoplastie, de l'argenture et de la dorure faites par Christofle.

### Presse à plomb pour la fabrication des câbles électriques, système Berthoud, Borel et Cie.

Signalons en passant l'ingénieuse machine de la Société anonyme des câbles électriques, système Berthoud, Borel et Cie, qui fonctionne sous les yeux même des visiteurs et qui permet de produire des câbles d'un nouveau genre donnant d'excellents résultats.

Les câbles du système Berthoud, Borel et Cie, se distinguent des autres câbles électriques par la méthode d'isolement du fil conducteur. Le cuivre qui consti-

tue *l'âme*, est isolé au moyen de coton imbibé de paraffine et de résine. Une presse hydraulique recouvre le câble ainsi formé, d'une couche protectrice de plomb. C'est à cette dernière opération que l'on assiste à l'Exposition. L'enveloppe de plomb se forme d'une manière continue et entraîne le câble qui s'enroule automatiquement sur la bobine destinée à le recevoir.

## Les Galeries du premier étage.

Les galeries du premier étage ne nous offrent pas moins de curiosités; nous allons continuer notre promenade en les traversant une à une. Commençons par les galeries du Pavillon Sud-Ouest. Leur contenu offre un véritable intérêt pratique. Les organisateurs ont installé là, une salle de théâtre et de conférences qui est éclairée le soir à la lumière électrique; puis s'ouvre une galerie de tableaux dont les couleurs ne seront plus dénaturées par la lumière de la lampe à huile ou du gaz; nous parcourons ensuite une salle à manger, un salon, une antichambre, une cuisine et une salle de bain, où se trouvent accumulées toutes les ressources que l'électricité peut fournir au *confort* et aux commodités de la vie, tels que sonneries électriques, signaux, allumoirs domestiques, etc.

Les salles du Pavillon Nord-Ouest sont occupées par des kiosques où sont exhibés des jouets électriques. Parmi ceux-ci, nous avons remarqué la charmante jardinière de MM. Houlmann frères, fabricants d'oiseaux-chanteurs mécaniques, et d'ingénieux oiseaux réveille-matin, dont les appareils sont vraiment délicieux. On visite plus loin les objets exposés par la société Jablochkoff; puis dans la galerie qui s'étend le long des Champs-Élysées, on parcourt successivement les salles des appareils téléphoniques de l'électricité domestique, des accessoires de la lumière électrique, et de la photographie de M. Liébert à la lumière électrique.

## Photographie à la lumière électrique de M. Liébert.

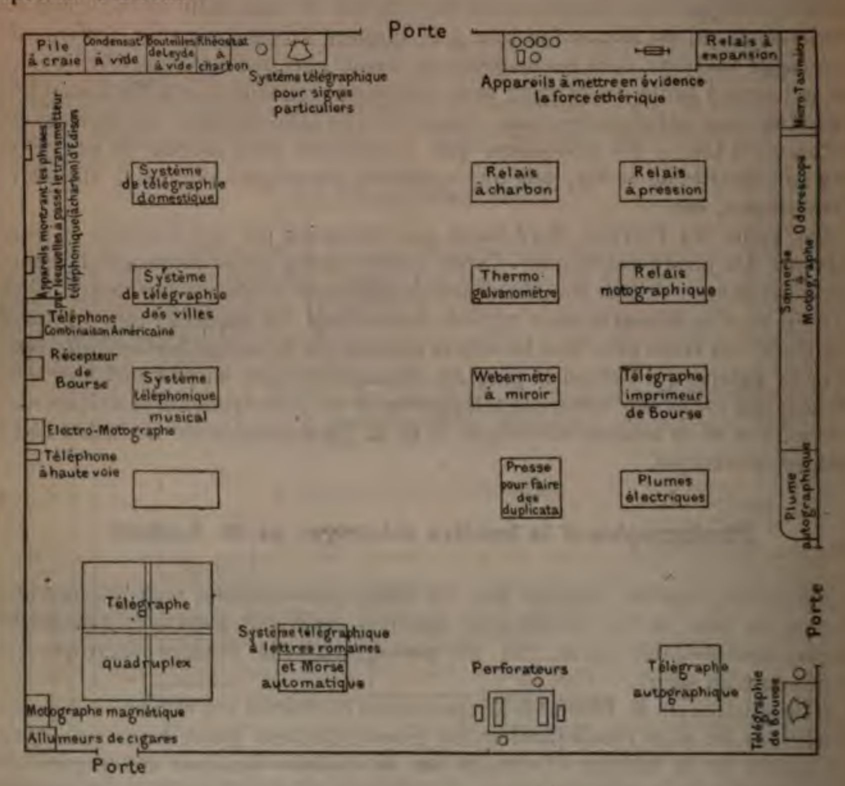
Les beaux résultats obtenus par cet habile photographe sont aujourd'hui connus de tous, et les magnifiques épreuves, qu'il sait produire, donnent la preuve incontestable qu'en fait de photographie, la lumière électrique est supérieure au soleil.

L'installation de M. Liébert à l'Exposition d'électricité est organisée dans les conditions les plus remarquables; un grand réflecteur parabolique concentre les rayons de la lumière électrique sur le modèle, mais par une disposition particulière cette lumière se trouve diffusée et le cliché est rapidement impressionné. Cette disposition est semblable à celle que M. Liébert a adoptée dans ses ateliers de la rue de Londres, où il produit une si grande quantité de clichés, qui fournissent des portraits d'art d'une rare perfection.

## Electricité médicale. — Télégraphie. — Salle du congrès.

Nous continuons à passer en revue les salles de l'électricité médicale, des instruments de précision, de la télégraphie électrique et de ses accessoires, des piles électriques de l'horlogerie électrique, du Musée rétrospectif où se voient de vieux instruments de l'électricité primitive, des autographes des

principaux fondateurs de la science électrique. A la suite de ces salles successives, nous arrivons dans une autre salle d'appareils téléphoniques, puis dans la salle de lecture, qui précèdent la grande salle du congrès des Électriciens (Pavillon Nord-Est) où plus de trois cents personnes pourront trouver place. Cette salle est éclairée par 480 lampes incandescentes de M. Swan, qui donne aussi sa magnifique lumière au bureau du Commissaire britanique, aux portes anglaises, aux salles des téléphones, au vestibule, cuisine et salle de bains du Président de la République et au buffet de la salle 21. Dans cette salle sont les bureaux de M. Swan où ses ingénieurs et agents MM. Henri Edmund et Maurice Simon ont l'amabilité d'expliquer leur admirable lampe à la moindre requête des visiteurs. Enfin, deux pièces spéciales sont attribuées à l'Exposition spéciale d'Édison.

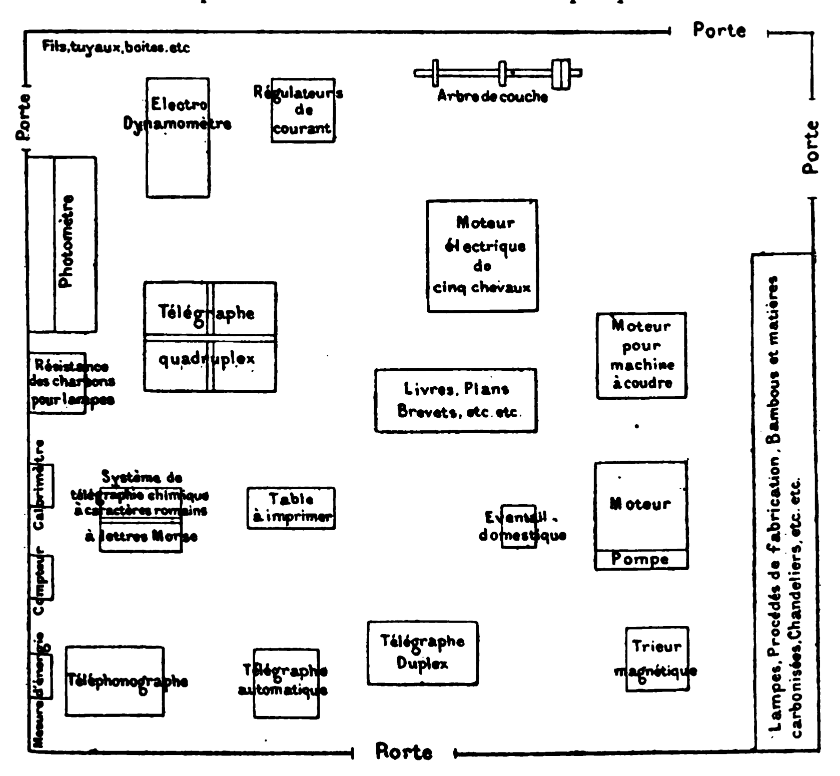



**L'exposition de M. T. A. Édison (salles 24 et 25).**

En quittant la salle du congrès, nos yeux sont frappés d'un mouvement de courroies et de poulies. Ces reflets de candélabres en cristal, ces charmants aspects que nous offrent les tapisseries dont les murs sont revêtus, forment un encadrement délicieux autour d'innombrables machines, mises en mouvement par une force invisible. Nous nous arrêtons, enchantés de ce spectacle et nous regardons autour de nous. Aussitôt nous reconnaissons l'endroit où nous sommes et l'homme auquel nous devons ce spectacle : c'est un des plus illustres génies d'un grand pays qui a préparé cette exposition admirable aussi féconde pour l'esprit que pour les yeux.

Nous demandons des explications à l'un des nombreux assistants qu'Edison a chargés d'opérer ces merveilles; il nous les fait toutes passer en revue. En avançant de quelques pas, nous nous trouvons au centre du système Edison. C'est de ce point que l'opérateur contrôle et distribue sa lumière et sa force. Notre guide touche une manivelle; en un instant, nous sommes tous plongés dans l'obscurité, on ne voit plus briller qu'une simple lumière, pareille à celle que nous laissons sur notre table de travail. Cette lumière unique est éteinte à son tour et rallumée en un instant. Un autre objet est touché : soudain un mur entier resplendit de feux, il en est de même d'un second, puis d'un troisième. Les candélabres projettent un éclat scintillant et cela se répète une douzaine de fois dans une minute.

Nous aimons à expérimenter et nous suivons l'exemple qui nous a été donné.




Nous touchons aussi à une manivelle et le bruit des machines cesse; à notre volonté tout marche de nouveau comme auparavant : les machines à coudre reprennent leur mouvement, les pompes fonctionnent et les mouvements de va-et-vient recommencent. Cette conscience de la force est ravissante. On dirait que nous concevons de grandes idées et que ces idées se réalisent tout d'un coup.

Telle est la voie dans laquelle M. Edison est entré, pour nous fournir les moyens d'animer par l'électricité tous les instruments destinés à nos usages domestiques, ou à animer les outils de nos ateliers. Pas de moulins à faire tourner; plus de fatigue du corps et de l'esprit pour les ouvriers de nos villes industrielles. Edison a imaginé les formes multiples des applications qui nous sont utiles.

Une machine de la force d'un homme ou de 1 à 5 chevaux, à votre gré, peut

être transportée dans vos demeures sans aucun danger pour votre santé, sans que par son fonctionnement il résulte aucune fatigue pour vos membres. On n'est pas forcé d'être attentif, de dépenser son énergie personnelle à aider la machine, elle fonctionne toute seule. Nous pouvons n'utiliser que ce que nos besoins exigent et ne payer que la force que nous utilisons.

Le soir nous voyons fonctionner la grande lumière électrique, portant le nom d'Edison, nous pouvons l'admirer dans toute sa splendeur.

Elle est produite par l'incandescence d'un vulgaire morceau de charbon et nous promet assurément des résultats tout à fait surprenants. Nous pourrons désormais tenir dans nos mains un candélabre électrique à 16 branches. Chose merveilleuse, il nous est possible de faire briller sous l'eau cette ravissante lumière et d'appliquer le feu sans s'éteindre sur un bloc de glace.

Il n'y a pas dans cette lumière électrique d'Edison, d'intermittence qui fatigue les yeux. Elle ne produit ni odeur désagréable, ni bruit; c'est de la lumière, simple, pure, aux reflets d'or.

Tel est le produit de la machine que nous avons vue à l'étage inférieur, tournant avec une vitesse de 300 tours par minute. Nous avons ici une transformation intéressante de la force en lumière.

Avec quelle netteté cette délicieuse lumière ne fait-elle pas ressortir toutes les couleurs des beaux tableaux qui ornent le premier salon d'Edison, tableaux qui ont été le plus bel ornement des salons de MM. Arnold et Trip et dont la valeur a été estimée à plus de 250 000 francs. Avec quelle perfection elle fait valoir les nuances si pures et si fraîches des tentures artistiques qui sont aussi exposées contre les murs et qui imitent avec une si parfaite fidélité les plus merveilleuses tapisseries des Gobelins et des autres fabriques les plus célèbres. Ces tentures, d'un mérite réel, sont bien dignes d'être signalées; elles ont été eintes par quelques-uns de nos grands artistes, et nous les avons déjà admirées précédemment dans la salle Melpomène. Il y a là un résultat obtenu considérable, et un avenir d'une importance capitale.

Les deux salons d'Edison, à eux seuls, forment une exposition complète, et unique. Nous voyons fonctionner le télégraphe quadruplex, une des gloires du célèbre inventeur. Ce système merveilleux permet d'envoyer à la fois plusieurs dépêches par un seul et même fil, et ces dépêches peuvent se croiser dans deux sens différents.

Nous entendons fonctionner le téléphone à charbon d'Edison, qui est usité actuellement dans presque tous les pays du monde et qui est accompagné de modèles de toutes les formes de cet instrument, depuis la première expérience avec du charbon en fil jusqu'au transmetteur de charbon compact employé pour reproduire les sons de la voix humaine; tous ces appareils sont exposés dans une collection historique qui montre à quel point le sujet a été étudié par M. Edison.

M. Edison a été le premier à se servir de cette propriété particulière du carbone pour varier la résistance d'un circuit télégraphique, et avant que personne n'ait abordé cette question, il l'avait déjà employé dans la construction d'une grande variété d'instruments scientifiques et pratiques, parmi lesquels se trouvent le microtasimètre, le relai télégraphique et le rhéostat à charbon.

On voit aussi plusieurs formes de magneto-téléphones, construits par M. Edison bien avant que cet inventeur ait exécuté ses premiers essais de téléphone parlant. Ces appareils déjà anciens étaient capables de transmettre un discours, mais à cause de la surdité dont il est atteint, M. Edison n'a pas

entendu fonctionner son premier instrument. Les faits relatifs à cet historique sont décrits tout au long dans un volume de source officielle qui se trouve dans la bibliothèque de M. Edison.

Nous admirons dans les deux salons d'Edison une innombrable quantité d'inventions ingénieuses et souvent étonnantes qui sont sorties de l'imagination féconde de ce puissant travailleur.

Ici c'est le phonographe qui enregistre la parole humaine, la reproduit, et qui, par des dispositions toutes nouvelles, dont M. Edison semble seul avoir le secret, la transmet en outre à distance par le téléphone; plus loin c'est la plume électrique qui permet de reproduire une lettre, un dessin, à un nombre considérable d'exemplaires.

Nous ne nous lassons point d'entendre l'électro-motographe d'Edison, la plus belle invention peut-être de cet incomparable inventeur, appareil étonnant qui permet de transmettre au loin la parole comme dans le téléphone, mais en la reproduisant avec son intensité naturelle.

L'électro-monographe consiste en un cylindre de chaux, d'hydrate de potasse et d'une petite quantité d'acétate de mercure, ce cylindre tourne en frictionnant légèrement une lame de platine reliée à une membrane de mica; quand les courants ondulatoires provenant d'un transmetteur à charbon, arrivent dans ce récepteur, ils traduisent leur effet en augmentant ou en diminuant la résistance due au frottement du cylindre contre le métal, et déterminent des déplacements de la lame de mica, qui vibrera synchroniquement avec le courant ondulatoire, et, par suite, synchroniquement aussi avec la lame du transmetteur. Le résultat obtenu est surprenant et ne manquera pas d'obtenir un très grand succès de la part des visiteurs.

Ces appareils si nombreux, si remarquables sont groupés avec beaucoup de méthode dans les deux salons consacrés à Edison. Cette exposition a été organisée par les soins de plusieurs collaborateurs du célèbre physicien, parmi lesquels nous citerons l'un des plus sympathiques et des plus distingués, M. Otto A. Moses. Nous devons mentionner aussi le nom de M. Charles Batchelor, un physicien de grande valeur qui ne cesse de prêter le concours de son talent à M. Edison.

En voyant toutes ces merveilles, on se demande quel est cet homme étonnant qui, en si peu d'années, a pu atteindre le point culminant du monde scientifique et de l'invention pratique? Son histoire ressemble à celle de Franklin et de Faraday; elle commence par lui car il ne compte pas d'aïeux. Ces trois hommes furent seuls les architectes de leurs édifices. Il n'avaient hérité de leurs parents que leur rude constitution.

Edison a été dans sa jeunesse simple petit porteur de journaux, il doit sa renommée et son influence actuelles à son indomptable energie, qui lui a valu en Amérique le surnom de « Napoléon de l'invention ».

Thomas Alva Edison n'a que 34 ans, mais ce n'est pas par son âge, c'est par ses travaux qu'il faut le mesurer; il fait en dix ans ce qui donnerait l'immortalité à un seul travailleur ; nous devons donc juger sa force par la brièveté du temps qu'il a mis à produire de grands résultats.

Sa jeunesse a été pleine de promesses; à l'âge de 12 ans, nous le voyons déjà capable de se suffire à lui-même et de s'instruire. Après avoir vendu des journaux, nous le voyons bientôt capable de les imprimer lui-même.

Ce simple petit porteur ne tarde pas à s'efforcer d'abréger la durée de son travail, en créant un télégraphe dont il se trouvait être l'ingénieur, le directeur et le *propriétaire*.

On voit, d'après ce récit, que l'homme se trouvait déjà dans l'enfant.

Il n'y a rien de trop grand maintenant pour Edison ; il peut fabriquer une lumière tout à fait pratique et facile à appliquer. Les premiers efforts de cet inventeur ont tous été précoces, et dès sa jeunesse les idées germaient dans son cerveau, comme dans un sol fertile.

La nature, malheureusement, a enlevé à Edison un de nos sens les plus précieux : l'ouïe. Le grand physicien est sourd ; mais s'il n'entend pas les sons matériels, il est doué d'une sorte d'intuition morale merveilleuse, qui multiplie en quelque sorte sa perspicacité et le met sans cesse en relation avec le monde intellectuel.

M. Edison a longtemps été le directeur d'une multitude d'industries diverses qui le mettaient à la tête de plusieurs centaines d'ouvriers qu'il commandait. Mais le véritable but de sa vie, la condition de son existence, c'était de créer, de produire, d'améliorer et de perfectionner.

Il abandonna son établissement industriel de Newark, pour se retirer dans la campagne ; il emporta avec lui ses instruments, ses projets et par-dessus tout son génie et les ressources de sa féconde intelligence.

Aujourd'hui M. Edison a fixé sa résidence à Menlo-Park, et c'est là qu'au milieu de son laboratoire où il est pourvu de tous les engins de la science moderne, il multiplie ses découvertes et ses travaux. Il sème littéralement ses brevets sur le champ des inventions, et la plupart d'entre eux suffirait à faire la fortune d'un seul artisan.

L'électricité est par-dessus tout la véritable passion de M. Edison ; c'est à l'électricité qu'il pense sans cesse, pour s'en servir comme d'un agent propre à enfanter les merveilleuses applications qu'il médite et qu'il réalise.

## Aérostat dirigeable électrique de M. Gaston Tissandier.

C'est sur la galerie du premier étage du Palais que l'on peut voir le petit modèle d'aérostat dirigeable exposé par M. Gaston Tissandier qui, pour la première fois, a songé à appliquer les moteurs électriques et les piles secondaires de M. Gaston Planté ou leur perfectionnement, à la navigation aérienne. Le modèle exposé est le dixième du ballon que M. Tissandier se propose de construire. Ce modèle de forme allongée, mesure 4 mètres de longueur sur 1m50 de diamètre au milieu. Quand il est gonflé d'hydrogène pur, ce petit aérostat à un excédent de force ascensionnelle de 2 kilogr. Il enlève son moteur électrique, fort habilement construit par M. Trouvé, et ses accumulateurs. Sous l'action d'une petite hélice servant de propulseur, sa vitesse dans un air calme peut atteindre 3 mètres à la seconde. M. Tissandier a calculé qu'un aérostat dix fois plus volumineux, construit sur le même principe, avec une machine dynamo-électrique de 300 kilogr. et 900 kilogr. de piles secondaires pourrait avoir une vitesse propre de 25 kilomètres à l'heure environ ce qui lui assurerait la direction absolue dans l'atmosphère par les temps relativement calmes, et lui permettrait d'enlever plusieurs voyageurs. Un second aérostat du même genre, un peu moins allongé que le premier, est en outre exposé par M. Gaston Tissandier, dans la galerie du rez-de-chaussée. Ce petit modèle gonflé d'air est attelé à un manège et tourne sous l'action de l'hélice de propulsion. Nous ferons observer qu'un moteur dynamo-électrique offre de grands avantages au point de vue aérostatique puisqu'il supprime les deux inconvénients de la machine à vapeur : le feu qui menace d'incendier l'aérostat et la combustion du charbon qui le déleste constamment.

## L'exposition de l' « Électricien ».

Non loin de là, on s'arrête devant l'exposition de l'*Électricien*, une des plus remarquables publications spéciales qui ait paru depuis peu. Cette revue hebdomadaire compte déjà de nombreuses notices techniques qui ont attiré l'attention des savants compétents, tout en étant fort utiles aux spécialistes.

Nous avons feuilleté les livraisons de *l'Électricien* et nous y avons remarqué notamment l'exposé des beaux travaux de M. Mercadier sur la *Radiophonie*. Les articles de M. A. Niaudet sur les *Bureaux téléphoniques*, de M. C.-M. Gariel sur la *Formule des piles*, de M. E. Hospitalier sur la *Division de la lumière électrique*, de M. Fontaine sur les nouvelles machines Gramme, nous ont paru dignes d'être signalés; ils indiquent nettement le caractère de cette Revue, qui s'occupe tout à la fois de la science pure et de la science appliquée.

Les produits exposés par *l'Électricien* ne sont pas seulement relatifs à la publicité du journal. Les organisateurs de cette publication ont créé un *Laboratoire de physique expérimentale* où s'exécutent des travaux de recherche et des mesures précises des piles de différents systèmes, ce qui peut offrir un grand intérêt pratique. Le laboratoire de *l'Électricien* est situé rue du Renard, à Paris; il est muni de toutes les ressources de la science actuelle, et les expérimentateurs y ont le gaz et l'eau, la force motrice fournie par une machine à gaz, l'électricité engendrée par une machine Gramme. Le laboratoire de *l'Électricien* a exposé des piles secondaires de M. Gaston Planté, qu'il est actuellement outillé pour confectionner dans d'excellentes conditions, des allumoirs électriques et différents objets qui ne manqueront pas d'intéresser le visiteur.

## L'exposition de M. Collin.

Parmi les plus utiles applications de l'électricité à la sécurité publique, nous mentionnerons le remarquable système de contrôleur d'alarme de M. Collin, en usage au grand Opéra, à la Gaîté et dans d'autres établissements financiers.

Dans ce système, dès que le veilleur s'aperçoit d'un incendie, il doit abattre le bouton de l'alarme, et aussitôt au poste ou chez le concierge, une aiguille indicatrice montre sur un cadran de quel lieu l'alarme a été donnée, l'attention étant attirée par la sonnerie d'un timbre électrique qui ne cesse que lorsqu'on remet l'aiguille à zéro. Ce système a ce grand avantage que, quel que soit le nombre de boîtes de repère, un seul fil suffit pour les réunir tous au cadran indicateur. On comprend aussitôt qu'il peut être employé avec de grands avantages dans les Théâtres, les établissements publics, les filatures et autres, et même chez les particuliers, par l'emploi d'un seul fil, mais on apprécie plus encore ces avantages pour les villes, cela évitant des dépenses considérables. Cela est, comme on le voit, très pratique et très ingénieux.

M. Collin a exposé des horloges, et dans le nombre, des systèmes qui se rattachent à ses études sur l'unification de l'heure par l'électricité, il présente en outre des modèles de paratonnerre, et les si utiles et si ingénieux contrôleurs de ronde que tant d'industries utilisent actuellement avec tant de profit.

**L'Exposition de M. A. Borrel, élève et successeur de J. Wagner neveu,** *47, rue des Petits-Champs, à Paris.*

Dans la salle 19 *Horlogerie*, nous avons remarqué les appareils de *remise à l'heure électrique* des horloges publiques, les cadrans récepteurs, les signaux et avertisseurs électriques, ainsi que les paratonnerres de la maison J. Wagner (Borel, successeur), dont les principaux produits figurent dans le Pavillon de la Ville de Paris. Les nombreux appareils de la maison Wagner, sont employés aujourd'hui dans un très grand nombre d'établissements publics, où l'on peut s'assurer qu'ils fonctionnent dans les conditions les plus satisfaisants.

**L'éclairage électrique.**

Si, pendant le jour, l'Exposition d'électricité offre au visiteur un intérêt de premier ordre et un attrait peu commun, quand vient la nuit, les merveilles qu'elle recèle réservent un spectacle tout à fait inouï, qui tient véritablement du prodige. Des milliers de foyers étincellent, et des torrents d'électricité faisant jaillir l'arc voltaïque ou produisant la lumière par incandescence, inondent de lumière le Palais tout entier. Jamais pareille expérience d'éclairage électrique n'aura été produite dans un espace si restreint, et par un si grand nombre de procédés différents.

Les salles successives sont éclairées par les appareils électriques portant les noms suivants : Werdermann, lampes-soleil; Reynier, Jamin, Force et lumière, Jablochkoff, Société espagnole d'Électricité, lampes d'incandescence Maxim, Jaspar, Gérard, Mignon et Rouart; *Britisch Electric lighting*, Lontin et Cie, Fyfe, Swan, Brush, Edison.

**L'éclairage électrique par incandescence, système Maxim. The United States Electric Lighting Company.**

Parmi les nombreux systèmes d'éclairage électrique par incandescence, nous avons remarqué celui de M. Maxim, qui paraît résoudre d'une façon complète le problème de l'éclairage domestique. Ce système remarquable qui éclaire le soir la grande salle d'honneur du premier étage comprend un grand nombre de foyers séparés, qui sont élégamment groupés les uns à côté des autres et forment un charmant plafond lumineux. La lumière électrique, obtenue, est d'une fixité parfaite puisqu'elle est produite par l'incandescence d'un mince conducteur de charbon contenu dans un petit ballon de verre. L'œil est agréablement impressionné et n'a pas à être incommodé par les intermittences et les irrégularités de rayonnement, si fatigantes et si désagréables. L'éclairage électrique par incandescence système Maxim est exploité par une grande Compagnie américaine, *The United States Electric Lighting Co*, qui a déjà obtenu un grand succès aux États-Unis et en Angleterre. Cette Compagnie ne tardera pas à installer dans plusieurs points de la capitale l'éclairage que le promeneur à l'Exposition d'électricité peut apprécier dès à présent, en voyant les résultats qu'il produit dans la grande salle d'honneur du premier étage. Le plafond lumineux, comme le visiteur peut s'en assurer, brille d'un éclat remarquable, et les appliques dont les murs sont garnis, riva-

lisent de lumière avec celle qui tombe des parties supérieures de la salle[1].

La lampe à incandescence, système Maxim, présente de grands avantages ; elle s'allume et s'éteint à volonté, instantanément, par la manœuvre d'un simple commutateur, sa puissance peut être facilement graduée, depuis la simple veilleuse jusqu'à son éclat maximum; la lumière est d'une fixité absolue; enfin, l'incandescence pure réalise la division presque indéfinie de la lumière électrique.

La lumière électrique, système Maxim, est adoptée déjà par plusieurs établissements anglais et américains. L'*Union League Club*, de New-York, en fait depuis quelques mois usage pour éclairer sa galerie de tableaux, et les résultats obtenus ne laissent absolument rien à désirer ; ce beau système d'éclairage est complet, il se présente avec ses machines spéciales, avec son régulateur, avec sa lampe, et rien ne s'oppose plus à son avenir et à son développement.

Le système Maxim a été présenté au public anglais pour la première fois le 27 mai 1881, par M. de Kabath de New-York, qui a organisé à l'Exposition la belle installation de *The United States Electrique Lighting C°*. L'éclairage par incandescence Maxim, forme aujourd'hui un système tout à fait complet qui comprend quatre parties distinctes complètement étudiées et fonctionnant dans les conditions les plus favorables : 1° La *machine génératrice* qui alimente les foyers ; 2° la *machine excitatrice* qui alimente les inducteurs de la machine génératrice ; 3° le *régulateur* ; 4° la *lampe à incandescence*.

Les machines dynamo-électriques du système Maxim, produisent le courant nécessaire à alimenter les nombreux foyers qui brillent à l'Exposition.

La machine excitatrice porte, à sa partie supérieure, un mécanisme extrêmement ingénieux et sensible, destiné à régler, automatiquement, le courant fourni par les machines productrices, suivant les besoins de l'éclairage, c'est-à-dire suivant la quantité de foyers allumés. Ce résultat est obtenu de la manière suivante : un électro-aimant à fil fin placé sur la machine, en déviation sur le courant principal, attire avec une force qui varie avec la puissance du courant une armature à laquelle est suspendu un cliquet à deux dents opposées et lequel reçoit, par une transmission intermédiaire prise sur l'axe même de la machine, un mouvement de va-et-vient. Ce cliquet se meut entre deux roues dentées qu'il ne touche pas lorsque le courant a sa valeur normale. Le courant vient-il à diminuer parce qu'on allume de nouveaux foyers, l'armature, moins fortement attirée et sollicitée par un ressort antagoniste, s'éloigne, soulevant le cliquet dont la dent supérieure s'engage dans la denture de la roue supérieure ; ce mouvement est transmis, par l'intermédiaire d'engrenages, aux porte-balais qui sont disposés pour pouvoir tourner autour du collecteur, et de manière que les balais puissent se rapprocher ou s'éloigner des points maxima ou neutres ; lorsque les balais se rapprochent des points maxima, l'intensité du courant de la machine excitatrice augmente aussi en proportion l'intensité du courant engendré ; si, au contraire, le courant est trop intense, par suite de l'extinction d'un certain nombre de foyers, l'armature étant plus fortement attirée descend avec le cliquet qui lui est attaché, et la dent inférieure de celui-ci, s'engageant dans la denture de la roue inférieure, fait tourner, par l'intermédiaire des mêmes engrenages, les porte-balais et les balais en sens inverse, les rapprochant des points neutres et les éloignant des points maxima. La puissance du courant de l'excitatrice diminue et, par suite, l'intensité du courant produit.

1. Pour plus de détails sur l'éclairage Maxim, consultez le journal *l'Électricien*, n° 6 du 1er juillet 1881, page 263, et *la Nature* du 30 juillet 1881.

Le régulateur Maxim est d'une parfaite sensibilité, ce qui a été démontré lorsque les 60 foyers que peut maintenir une machine ; ces foyers ont été successivement éteints jusqu'à ce qu'il n'en reste plus qu'un, les foyers restants demeurant, pendant cette extinction progressive, toujours à la même intensité.

La lampe Maxim se compose d'un filament de charbon provenant de papier carton calciné, a la forme d'une M à angles arrondis ; elle est contenue dans un globe de verre d'environ 5 centimètres de diamètre, et dans lequel on fait le vide partiel. On laisse ensuite pénétrer des vapeurs de gazoline dans le globe, on fait le vide de nouveau et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait obtenu un vide presque parfait avec une quantité très faible de gazoline dont la pression ne dépasse pas $\frac{1}{100000}$ d'atmosphère.

Un commutateur très ingénieux, fixé sur chaque lampe, permet d'introduire la lampe en circuit ou de la supprimer, c'est-à-dire de l'allumer ou de l'éteindre. L'existence ou durée de la lampe varie entre 600 à 900 heures. Lorsqu'une lampe est hors de service, elle peut être enlevée de son support et remplacée par une neuve aussi facilement que s'il s'agissait de mettre une bougie dans un chandelier, ou de l'en enlever. La lampe hors d'usage à encore une certaine valeur. La lampe neuve vaut actuellement 7 fr. 50, mais elle pourra se vendre par de 1 fr. 50 à 2 francs tout en laissant un certain bénéfice.

Toutes les lampes sont disposées en dérivation, chacune d'elles est parfaitement indépendante des autres.

Tout cet ensemble fonctionne régulièrement au Palais de l'Industrie, il constitue assurément l'un des systèmes d'éclairage électrique les plus remarquables et les plus complets. Son succès à Paris nous parait assuré.

### Photographie électrique de Pierre Petit.

Parmi les applications les plus remarquables de la lumière électrique, il faut citer celles qu'on sait en faire aujourd'hui pour exécuter des clichés photographiques quand la lumière solaire fait défaut, et pour produire des agrandissements de portraits photographiques dans des conditions toutes spéciale comme sait les exécuter aujourd'hui avec tant d'habileté le célèbre photographe *Pierre Petit*. Cet opérateur émérite a exposé de nombreux spécimens des procédés d'agrandissements photographiques qu'il exploite sous le nom de Linographie, et qui sont bien dignes de fixer l'attention du visiteur. La linographie s'exécute à l'aide de la lumière électrique, sa place était donc indiquée dans le palais de l'Industrie. Les avantages de ce procédé sont considérables ; ils ont déjà été mis en évidence par un appréciateur dont nous n'aurons qu'à reproduire les expressions. La linographie met en évidence les lignes, imprime le mouvement de la vie au jeu des lumières et des ombres et laisse à la perspective ses exactes proportions.

Quant à l'image obtenue, sa solidité est certaine. Une toile pareille à celle qu'emploient les peintres garantit la durée du tableau. Les moyens de confection n'en conservent pas moins leur rapidité qu'explique parfaitement la puissance des appareils mis en œuvre.

Comme application au portrait, la linographie fait tous les jours ses preuves à l'exposition de l'avenue de l'Opéra, n° 63, et dans les ateliers de Pierre Petit-place Cadet. Comme adaptation aux reproductions de tout genre, elle offre un champ d'expériences à peu près sans limites. On conçoit qu'avec de tels avantages le procédé d'importation récente puisse prétendre obtenir une place

importante dans le domaine de la photographie et de l'art. La linographie offre toutes les qualités requises pour devenir un excellent engin de vulgarisation.

Nous n'insisterons pas davantage sur une invention que le promeneur à l'exposition saura certainement apprécier à sa juste valeur. Les portraits exposés exécutés de grandeur naturelle sont pour la plupart de véritables objets d'art.

## Les Téléphones.

Pendant que les lumières resplendissent le soir, les téléphones fonctionnent, et la foule se précipite dans les salles où, l'oreille appliquée au récepteur, on entend, transmis par un simple fil métallique, les chanteurs de l'Opéra ou les artistes de la Comédie Française. L'imagination des auteurs des *Mille et une Nuits* n'avait pas osé rêver un si prodigieux résultat qui sera une des gloires de l'Électricité moderne.

Les salles des téléphones sont au nombre de quatre : dans deux d'entre elles, on entend la musique de l'opéra, et dans les deux autres, la représentation du Théâtre-Français. Cette organisation, dont les résultats sont prodigieux, a été faite par M. Clément Ader, sous les auspices de la Société des téléphones, de son savant directeur, M. Lartigue, et de M. Breguet, constructeur des appareils. On ne saurait trop applaudir à cette installation dont le succès sera considérable.

## Le Lustre chantant (pyrophone Kastner).

Un savant distingué, M. Frédéric Kastner, à la fois physicien et musicien, a exposé un bien remarquable appareil musical, destiné à produire les effets les plus surprenants, au milieu des orchestres de nos grands théâtres lyriques, ainsi que dans les concerts et les cathédrales. Cet instrument, qui a été désigné sous le nom de pyrophone, a conduit en même temps l'auteur à étudier la corrélation qui existe entre le son et l'électricité.

Nous croyons devoir expliquer sommairement par quelle série de considérations théoriques M. F. Kastner a été conduit à la découverte de ce système ingénieux. C'est en effet à la science pure, aux lois de l'acoustique que nous devons nous adresser pour rechercher l'origine de ce mécanisme. M. F. Kastner, après de nombreuses expériences sur les flammes chantantes, poussant ses recherches pour les compléter du côté des lois de l'interférence, a découvert un des plus intéressants théorèmes d'acoustique, qui était resté ignoré jusqu'à ces derniers temps.

Des savants allemands, anglais et français s'étaient déjà beaucoup préoccupés des flammes chantantes. Mais aucun n'avait encore songé à étudier les effets produits par deux ou plusieurs flammes conjuguées, comme l'a fait M. Kastner. Un mémoire présenté à l'Académie des sciences à la date du 17 mars 1873, contient les expériences et les calculs à l'aide desquels M. F. Kastner a pu formuler sa nouvelle loi.

Rien n'est plus agréable que le concert produit par les flammes qui brûlent dans des tubes de cristal. Dès qu'elles sont écartées, elles vibrent ; dès qu'elles sont rapprochées, le son cesse de se produire. L'exécutant, placé devant le clavier, frappe les touches, et les sons successifs se produisent, de même que dans le piano, de même que dans l'orgue. Mais ce qu'il y a de particulièrement remarquable, c'est le timbre exceptionnel des sons qui sortent du pyrophone. Quand l'instrument fonctionne entre des mains habiles, on entend [illegible]

musique suave et délicieuse ; les sons obtenus, d'une pureté et d'une délicatesse extraordinaires, rappelent à s'y méprendre les voix humaines.

### La Pédale magique.

C'est encore comme moteur de petites machines dynamo-électriques Siemens ou de petites machines Trouvé que peut être signalée la célèbre pédale magique exposée par M. D. Bacle. Comme on a pu le dire sans exagération, la pédale magique est, dans son genre, un chef-d'œuvre de perfection, grâce à son double encliquetage élastique et silencieux, ainsi qu'à la suppression absolue du point mort, elle utilise complètement les plus petits efforts que font les pieds, et laisse aux mains toute leur liberté d'action.

### L'indicateur visuel électrique de Chester A. Pond et le transmetteur de J. U. Mackensie.

Ces appareils, bien peu connus, offrent un intérêt de premier ordre : ils peuvent servir pour la transmission instantanée de signaux *par un seul fil*, dans un circuit qui comprendrait mille stations et même plus. On comprend quelles ressources ils offrent aux lignes télégraphiques et téléphoniques et de quels usages ils peuvent être pour les alarmes d'incendies, avertissements en cas de vols, indicateurs d'hôtels, etc., etc.

M. Mackensie, l'inventeur du transmetteur, se trouve généralement près des appareils. Il se fera toujours un plaisir de montrer et d'expliquer le principe et le mode de fonctionnement des mécanismes.

### Exposition de M. Boivin.

La fréquence des incendies qui ont exercé tant de dégâts dans ces derniers temps, démontre l'importance que peuvent offrir des appareils d'avertissement bien combinés pour fonctionner dans des conditions sûres.

M. Boivin expose entre autres, un appareil d'alarme en cas d'incendie qui est dans ce dernier cas. Cet appareil sert en même temps de contrôleur de ronde. Nous allons en donner la description.





L'appareil imprimeur et indicateur (fig. 1) est relié à un nombre déterminé de commutateurs à rouage (fig. 2) surmonté d'un thermomètre et d'une lettre

1. Arsène Boivin (breveté s. g. d. g.), 16, rue de l'Abbaye, Paris, fournisseur du nouvel Opéra, de divers Ministères et administrations de l'État, de la Préfecture de la Seine et de la Ville de Paris, premier prix à l'Exposition de Melbourne (Australie), 1880-1881, 20 médailles dans différentes Expositions.

correspondant au tableau indicateur dudit appareil, et fonctionne de la façon suivante :

*Service du contrôle de ronde.* — 1° L'employé chargé de la ronde ouvre la boîte vitrée renfermant le commutateur à rouage (fig. 2) et pousse l'aiguille A sur le mot CONTRÔLE, presse ensuite sur le bouton placé au milieu ; cette pression a pour but de dégager le commutateur communiquant à l'appareil récepteur (fig. 1), lequel imprime la lettre du bouton sur lequel l'employé a pressé, et l'heure de son passage ; ensuite il doit pour pouvoir fermer la boîte ramener l'aiguille sur le mot alarme.

*Signaux d'alarme.* — 2° Les signaux d'alarme sont transmis de la même façon que pour le service de ronde, c'est-à-dire qu'en pressant sur le même bouton l'appareil imprimeur donne l'indication et l'heure ; de plus il fait fonctionner en même temps une ou plusieurs sonneries d'alarme.

Les mêmes signaux d'alarme peuvent être transmis par le même commutateur au moyen du thermomètre mis en communication par l'incendie même.

La disposition de ces appareils offre des avantages qui seront très appréciés des Directeurs d'usines, de manufactures, de grands magasins, de théâtres, etc. car ils permettent : 1° de supprimer les appareils portatifs pour contrôle de ronde; 2° de surveiller à distance l'employé chargé de la ronde en consultant l'appreil recepteur; 3° enfin de s'assurer du bon fonctionnement des appareils électriques en cas d'incendie puisqu'ils servent journellement de contrôleur de ronde.

M. Boivin ne s'est pas borné à placer cet avertisseur sous les yeux du visiteur. Il a exposé d'ingénieux systèmes de sonnerie électrique et différents appareils placés dans la salle de Théâtre.

### Un modèle d'appartement avec appareils électriques. Exposition de M. A. Damon et Cie (maison Krieger).

Nous avons déjà mentionné l'appartement organisé dans les galeries du premier étage; il y a là tous les systèmes imaginables de lumières électriques, d'avertisseurs, de sonneries, de tableaux d'appel, d'allumoirs domestiques, etc.

Pour bien exposer ces objets précieux de la vie pratique, il fallait les placer dans un véritable appartement. Cet appartement a été meublé avec beaucoup d'art.

MM. A. Damon et Cie ont exposé dans l'antichambre de cet appartement quelques meubles remarquables exécutés avec un fini parfait et un goût exquis. Il y a là un grand buffet en noyer sculpté style Henri II, qui sera certainement apprécié par les connaisseurs. Les crédences Henri II en noyer sculpté, sont aussi très dignes d'être signalées. MM. Damon et Cie exposent en outre : un porte chapeaux noyer sculpté Renaissance, une banquette-coffre à dossier, une table d'antichambre avec un fauteuil d'huissier, deux fauteuils d'antichambre, huit chaises du même style. Ajoutons à cette liste une cheminée Renaissance en noyer sculpté, un petit bahut en noyer et nous aurons terminé l'énumération de la belle exposition de la maison Krieger.

### H. Beau et M. Bertrand Taillet, entrepreneurs d'éclairage.

Ces Messieurs ont succédé à MM. **Melon** *et* **Lecoq**. Leur maison, bien

1. MM. A. Damon et Cie (maison Krieger), ameublements de tous styles, 74 et 76, faubourg Saint-Antoine, Paris.

connue, a osé s'occuper d'éclairage électrique dès que parut la bougie Jablochkoff. Seule à Paris elle a ajouté à l'entreprise d'éclairage par le *gaz* l'éclairage *électrique*.

Leur exposition montre qu'on peut mettre d'accord la théorie et le goût.

## Le générateur Collet.

Les machines magnéto-électriques et dynamo-électriques fonctionnent, comme on le sait, sous l'action des moteurs à vapeur ou de moteurs à gaz. Tout ce qui touche aux perfectionnements de ces moteurs intéresse donc aussi les progrès de l'électricité dynamique.

Les générateurs à vapeur système Collet qui fonctionnent dans le Palais de l'Industrie, nous ont paru très dignes d'être recommandés. Ils offrent dans la pratique des avantages très sérieux que nous allons signaler succinctement. Les générateurs Collet tiennent un emplacement réduit au minimum, l'explosion en est impossible par la raison que toutes les parties exposées au feu sont des tubes de petite dimension La circulation de l'eau dans ces tubes est tellement active qu'il ne peut s'y former de dépôts, même avec les eaux les plus chargées de sels calcaires. Nous ajouterons enfin que l'installation des générateurs Collet est autorisée dans toute habitation jusqu'à 25 mètres carrés de surface de chauffe (40 chevaux). Voilà plus qu'il n'en faut pour contribuer à généraliser l'emploi d'un appareil essentiellement ingénieux et bien construit qui a déjà reçu la médaille d'argent en 1879, à Paris, et la médaille de vermeil à Tours, cette année.

# NOTICES

L'*Électricité statique* se prête peu aux applications industrielles, aussi n'est-il pas étonnant qu'elle n'occupe qu'une place restreinte dans le Palais de l'Exposition. Nous pouvons cependant signaler comme un progrès accompli les bouteilles de Leyde et les condensateurs exposés par EDISON. Pour augmenter la capacité des bouteilles de Leyde et des condensateurs, le célèbre inventeur y a fait le vide. Outre l'augmentation considérable de capacité électrique, on gagne d'avoir une plus faible décharge résiduelle après la décharge, par suite de la faible épaisseur du verre, et comme le vide est très sec, la décharge lente ou silencieuse est de ce fait très diminuée.

Passons tout de suite à l'*Électricité dynamique*, et, suivant l'ordre du catalogue, examinons d'abord les appareils de production de l'électricité.

**Edison** expose une pile à craie fondée sur le principe de son *électro-motographe* dont nous parlerons plus loin et une pile à gravité.

Pour tous ceux qui craignent les manipulations longues et ennuyeuses du montage d'une pile au bichromate de potasse, nous mentionnerons le sel chromique de M. **Ed. Loiseau**, 35 *et* 37, *rue de Seine, à Paris*, qui permet d'obtenir à froid et instantanément une dissolution acidulée. Ce sel, facilement transportable, se livre dans des flacons tout préparés, correspondant au volume de solution qu'on veut obtenir.

Nous signalerons tout particulièrement les piles thermo-électriques construites par M. **Gustave Rebicek** *de Prague* (Brevets Noé-Rebicek). Ces piles ont une force électro-motrice supérieure à celle de tous les éléments thermo-électriques connus, et toutes les imitations qui en ont été faites jusqu'ici n'ont pu atteindre leur puissance. Une pile de vingt éléments a une force électro-motrice égale à un élément Bunsen. Il suffit d'une lampe à esprit-de-vin ou d'un bec Bunsen pour la mettre en activité.



Les machines *magnéto-électriques* et *dynamo-électriques* sont très nombreuses à l'Exposition ; il n'y a là rien de très surprenant si l'on songe que, depuis quelques années, toute l'activité des électriciens et des inventeurs s'est portée du côté des applications industrielles. Toutes ces machines trouveront naturellement leur place à la description des systèmes spéciaux qu'elles alimentent, éclairage électrique, transmission de force, etc. Le nom d'**Edison** revient en-

core à ce sujet sous notre plume pour faire remarquer que le générateur électrique le plus puissant actuellement connu est celui qu'expose l'inventeur américain, car il ne transforme pas moins de 120 chevaux-vapeur en électricité. Signalons aussi une nouvelle machine d'*Edison* dont la construction est basée sur un *principe nouveau*. C'est la *machine dynamo-électrique disque*. Le principe consiste dans l'emploi, comme conducteurs, de lames minces de cuivre, et dans la subdivision et l'isolation de l'armature et des conducteurs par des feuilles de mica. On réduit ainsi la résistance intérieure à un minimum, et l'on peut produire un courant beaucoup plus intense sans craindre de chauffer la machine et de compromettre son isolement.

Après les machines, les *conducteurs*. **Edison** expose des spécimens de tuyaux et de boîtes de service employés dans le système de canalisation de l'électricité pour l'éclairage électrique par incandescence.

MM. **Laveissière et fils**, 58, *rue de la Verrerie, à Paris*, dont la magnifique installation à l'Exposition de 1878 est encore présente à la mémoire de tous, exposent des fils conducteurs de cuivre de haute conductibilité garantie, et de toutes dimensions, ainsi que des enveloppes de câbles en plomb et en cuivre jaune.

La maison Lavaissière qui possède deux usines, l'une à *Saint-Denis* (Seine), l'autre à *Deville-les-Rouen* (Seine-Inférieure), fabrique aussi du zinc en feuille de tout spécimen pour piles électriques et des feuilles d'étain de toute épaisseur pour condensateurs.

Nous devons mentionner aussi une fabrication qui prend chaque jour une importance plns grande dans les applications de l'électricité : nous voulons parler du plomb en lames de toute épaisseur et en fils de tous diamètres pour piles secondaires; il faut au plomb de ces piles une grande pureté et une grande homogénéité, deux qualités qui sont la caractéristique de tous les produits fabriqués par la maison Laveissière.

Les *appareils servant aux mesures électriques* sont très nombreux. A vrai dire, la plupart d'entre eux sont des appareils de recherches scientifiques peu employés jusqu'ici dans la pratique courante. La série exposée par **Edison** comprend d'abord tout un ensemble d'appareil pour mesurer la résistance électrique des lampes. Avant de quitter l'atelier, on inscrit sur chaque lampe la tension en volts qui lui est nécessaire pour produire exactement un foyer équivalent à 16 bougies (*candle-standard*). Comme tous les charbons sont de mêmes dimensions, fabriqués avec les mêmes matières et carbonisés par le même procédé, les variations sont à peine sensibles.

Ces mesures de résistance des lampes se feront régulièrement à l'Exposition en même temps que les mesures photométriques et calorimétriques pour tous ceux qui s'intéressent particulièrement à la question.

Sous le nom de *Fluide-Bridge*, **Edison** expose un appareil qui a pour effet de placer dans un circuit une résistance plus ou moins grande pour égaliser le courant. Il fonctionne comme un pont de Wheatstone.

Après les appareils qui produisent l'électricité et ceux qui la mesurent viennent tout naturellement ceux qui l'appliquent, et parmi ceux-là, les plus répandus et ceux qui, jusqu'ici, rendent le plus de services sont les *télégraphes* et les *signaux*.

**The Pond Indicator Company of Europe, Thomas Alva Edison Président, New-York.**

Cette Compagnie est la seule propriétaire de l'*Indicateur visuel* électrique de M. **Chester H. Pond** et du transmetteur de M. **J.-U. Mackenzie**, qu'elle est aussi la seule à fabriquer. Le but de ces appareils est de transmettre *instantanément sur un seul fil* desservant un millier de stations, ou un plus grand nombre, si l'on veut, les signaux télégraphiques, téléphoniques, les signaux d'alarme en cas d'incendie, ou de vols, etc.

Les inventeurs ont souvent essayé, avec plus ou moins de succès, de créer un télégraphe ou indicateur automatique, qui puisse donner avec sûreté et rapidité un signal quelconque sur un certain nombre de signaux déterminés à l'avance.

Il fallait aussi qu'un appareil de cette nature pût être manœuvré par des personnes inexpérimentées, sans qu'il y eût à craindre ni erreur ni confusion.

Jusqu'ici ce résultat n'avait été qu'incomplètement atteint par le système d'alarme télégraphique pour incendie de M. Gamewell, si répandu aux États-Unis, le pays où les questions de cette nature préoccupent le plus l'opinion publique, et où les appareils pratiques se développent avec une si merveilleuse rapidité.

La Compagnie, propriétaire des brevets Gamewell s'est empressée d'acquérir le droit de faire usage de l'*Indicateur visuel* de **Pond**, et elle le substitue rapidement à tous les autres systèmes employés jusqu'ici. C'est la meilleure recommandation qu'on en puisse faire.

L'indicateur visuel de Pond et le transmetteur Mackenzie sont susceptibles d'un très grand nombre d'applications. Il serait trop long d'en donner une liste complète, nous nous bornerons à signaler les principales :

1° Les signaux téléphoniques et toutes les formes de signaux télégraphiques ;
2° Les alarmes et avertissements en cas d'incendie ;
3° Les appels en cas de vol ;
4° Les indicateurs d'hôtels ;
5° La télégraphie par signaux pour villes, par quartiers, et plusieurs autres applications importantes, etc., etc.

Les appareils fonctionnent aussi bien en circuit ouvert, comme c'est l'habitude en France, qu'à circuit fermé, comme on les emploie généralement en Amérique. Ils sont durables, solides, compacts, de très petites dimensions, et ne sont sujets à aucun dérangement. Aucun point n'est oxydable par les ruptures et les fermetures de circuit, et il n'y a aucun ressort à monter ; les mouvements sont toujours positifs et ponctuels ; le mécanisme aussi simple qu'ingénieux est réglé par l'action d'un seul électro-aimant.

On peut d'ailleurs voir à l'Exposition d'électricité les différentes applications de l'*Indicateur* de Pond et du transmetteur de Mackenzie en service courant et en fonctionnement régulier. M. J.-U. Mackenzie se fait toujours un plaisir d'expliquer le fonctionnement du système dans tous ses détails. On pourra obtenir également des renseignements en s'adressant au **Dr Otto, A. Moses**, dans les *salons d'Edison* au *Palais de l'Industrie*, et à M. **F. Mora**, chez M. **P. Bebin**, 41, *rue de la Victoire, à Paris*

Parmi les nombreux appareils télégraphiques exposés par **Edison**, duplex,

*quadruplex*, *télégraphe domestique*, *chimique*, etc., son *relais à motographe* attire plus particulièrement l'attention. Ce relais, fondé sur le même principe que celui du récepteur du téléphone parlant à haute voix (*Loud speaking telephone*), permet la transmission de messages télégraphiques par des courants de ligne si faibles qu'ils seraient sans action sur les électro-aimants ordinaires. Cet appareil fonctionne à travers une résistance composée d'une douzaine de personnes formant une chaîne en se donnant la main, ce qui représente plusieurs milliers d'ohms. Ce relais permet donc la transmission directe et sans interruption du circuit sur une ligne de plusieurs milliers de kilomètres.

Passons maintenant de la télégraphie à la *téléphonie*, cette merveille du génie humain.

La **Société générale des téléphones** expose les différents types d'appareils qu'elle exploite et dont elle possède les brevets, transmetteurs Edison et Ader, récepteurs Phelps et Ader, etc., ainsi que les divers appareils qui ne sont pas encore passés dans la pratique, mais qui sont à l'étude et qui ont servi à créer ou à perfectionner les types adoptés.

Un certain nombre de postes téléphoniques répartis dans le Palais sont mis à la disposition du public. Ils correspondent tous avec un spécimen de bureau central établi dans l'exposition et par conséquent entre eux.

De plus, moyennant un abonnement spécial, les exposants peuvent faire installer, à l'emplacement qu'ils occupent, un téléphone en correspondance avec le bureau central de la Société et par suite avec tout le réseau parisien.

La Société expose aussi le plan des réseaux de province qu'elle exploite.

Enfin, ce qui sera le « great attraction » et le grand succès de l'Exposition, la Société expose un système téléphonique exécuté par M. Clément Ader, ingénieur de la Société, et par M. Breguet, qui permet de faire entendre, dans quatre salles aménagées à cet effet par le commissariat général, les représentations de l'Opéra et du Théâtre-Français. C'est là une expérience des plus curieuses et des plus saisissantes, qui n'avait jamais été réalisée jusqu'ici, tout au moins d'une façon courante, et qui mettra bien en évidence toutes les qualités du téléphone et les services qu'il peut rendre, lorsque les appareils sont bien combinés et bien exécutés.

Il n'est pas nécessaire de s'étendre bien longuement sur les téléphones d'**Edison**. On sait que le célèbre inventeur a imaginé le premier téléphone à charbon. Le *Loud-speaking telephone*, qui parle assez fort pour être entendu dans une salle tout entière aura à l'Exposition un grand et légitime succès que nous enregistrons à l'avance. Il nous faut aussi mentionner le *téléphonographe*, combinaison du téléphone et du phonographe, qui permet de reproduire après un temps quelconque, les paroles prononcées par un interlocuteur placé à plusieurs kilomètres de distance.

Le pyrophone électrique de M. **Frédéric Kastner** n'est pas une curiosité moindre que les nombreux téléphones disséminés dans le Palais de l'Industrie. Après de nombreuses expériences sur les flammes chantantes, M. Fr. Kastner a découvert un intéressant théorème d'acoustique ainsi formulé dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences de Paris, le 17 mars 1875 :

« Si dans un tube de verre ou d'autre matière, on introduit deux ou plusieurs « flammes de grandeur convenable et qu'on les place au tiers de la longueur « du tube, comptée à partir de la base, ces flammes vibrent à l'unisson. Le

« phénomène continue de se produire tant que les flammes restent écartées, « mais le son cesse aussitôt que les flammes sont mises en contact. »

La découverte de ce principe, que M. F. Kastner rattache aux lois de l'interférence et à sa théorie des vibrations, l'a conduit à l'invention d'un instrument de musique qu'il a fait breveter pour tous les pays sous le nom de *pyrophone*. Possédant un timbre *sui generis* d'un charme pénétrant qui se rapproche de la voix humaine, une étendue (chromatique) qui peut dépasser trois octaves, un clavier comme celui de l'orgue ou du piano, cet instrument a vivement excité l'intérêt du public dans des concerts et dans des séances scientifiques qui ont eu lieu depuis 1873, tant en France qu'en Angleterre et en Allemagne. L'une des photographies exposées le représente dans la grande salle des concerts de la Maison de conversation, à Baden-Baden, où il obtint le plus brillant succès en 1879 et 1880, jouant tantôt seul, tantôt marié avec les voix ou joint à l'orchestre. Moyennant l'application qu'il a faite de l'électricité au pyrophone, l'inventeur est parvenu à convertir des appareils à gaz d'éclairage, tels que lustres, lampadaires, appliques, rampes de théâtre en instruments chantants Le lustre-pyrophone électrique, dont on voit une photographie coloriée à l'Exposition, a treize becs garnis de quatre tubes et donne par conséquent treize notes. Il est orné de feuillages et de baies lumineuses qui, non moins que le charme de ses sons et la façon mystérieuse dont ils se produisent, en rendent l'effet magique. Quant au pyrophone proprement dit, c'est le premier instrument véritablement musical et d'un usage pratique qu'on ait pu obtenir au moyen des flammes dans des tuyaux. Comme l'a dit avec raison un savant physicien, le pyrophone, à le bien considérer, est une application très ingénieuse et toute charmante de la théorie des vibrations qui a été exposée par M. Frédéric Kastner dans le volume les *Flammes chantantes* (Paris, Dentu, 3e édition, 1875). Les vues nouvelles et hardies de cette théorie, où il est question pour la première fois de l'analyse de l'électricité comme d'une hypothèse admissible, sont déjà en partie justifiées par les progrès de la science et par de merveilleuses découvertes faites récemment, notamment par celle du phénomène qui a donné naissance au photophone.

(Pour plus de détails, voir les publications et les photographies exposées.)

Nous voici dans la classe la plus importante de l'exposition, celle de la *Lumière électrique*. Les systèmes à arc voltaïque sont nombreux et présentent un très réel intérêt, mais la curiosité publique se portera surtout vers l'*incandescence* qui a l'attrait de la *nouveauté* d'abord, puis celui d'une lumière remarquablement belle, fixe et extrêmement divisée.

Un système de production, de régulation, de canalisation et de répartition de la lumière électrique, comporte une installation importante. Voyez par exemple le système **Edison**. La machine dynamo-électrique qui transforme 120 chevaux de force en électricité ne pèse pas moins de 15 000 kilogrammes avec sa plaque de fondation, son moteur, son armature d'un mètre de diamètre ses électro-aimants, etc. Mettez-en à peu près autant pour la chaudière, les transmissions et les accessoires. Voilà pour la production du courant à l'usine centrale. Ajoutez à cela les conducteurs principaux, les conducteurs dérivés chez les particuliers, les lampes, etc., et vous aurez une installation entièrement comparable à celle du gaz.

Signalons enfin le *compteur de la consommation de lumière*, analogue au compteur de la distribution de gaz qui enregistre mécaniquement, à l'aide d'un mécanisme convenablement combiné, la quantité de cuivre déposée dans

un circuit dérivé sur le courant principal, et lui en empruntant une quantité infiniment petite.

L'électricité ainsi canalisée et amenée dans les maisons et utilisée non seulement pour l'éclairage électrique, mais encore pour les autres usages. Dans l'exposition, elle fera fonctionner une pompe, une machine à coudre, un éventail domestique, etc.

Un autre système d'éclairage électrique qui intéressera aussi très vivement les visiteurs du Palais de l'Industrie est celui de M. **Hiram-Maxim**, exposé par la **United States Electric Lighting Company** de *New-York*. C'est ce système qui doit éclairer le salon d'honneur (salle C) avec deux cents lampes d'une puissance moyenne de 25 bougies chacune. Nous renvoyons le lecteur à la notice spéciale que nous publions sur ce système qui sera sans contredit l'un des plus grands succès de l'Exposition, aussi bien auprès du public, qui sera attiré surtout par la beauté de la lumière, qu'auprès des spécialistes et des gens compétents qui s'intéresseront surtout au système ingénieux de distribution et de réglage des courants.

Arrivons maintenant à l'*électro-chimie*.

L'exposition de clichés galvanoplastiques de **MM. Boudreaux**, père et fils, 27, *rue Monsieur-le-Prince*, *à Paris*, se recommande à plus d'un titre à l'attention des visiteurs de l'exposition du Palais de l'Industrie. M. Boudreaux, père, fut un des premiers, dès 1847, à appliquer la galvanoplastie à la typographie. Les clichés qui sortaient de son atelier en 1849, étaient fort recherchés; ils donnèrent à leur auteur une réputation d'habileté qui, depuis, ne s'est jamais démentie. Les perfectionnements nouveaux, tels que le moulage à la cire, remplaçant le moulage à la gutta-percha, la substitution de la cuve à décomposition à l'appareil simple formé d'une pile Daniell, dont le moule constituait l'électrode positive, etc., donnèrent des moulages plus beaux et un dépôt plus rapide. MM. Boudreaux les ont les premiers mis en œuvre, au fur et à mesure qu'ils se sont produits. Ils songent aussi à employer les machines dynamo-électriques dans des conditions toutes spéciales, en leur adjoignant des accumulateurs emmagasinant pendant toute la journée l'énergie électrique nécessaire au travail pendant la nuit, pour permettre les arrêts de la machine sans celui du travail.

Mais le progrès le plus important qui ait été réalisé depuis quelques années est sans contredit le *dépôt de nickel sur les moules galvanoplastiques ordinaires à toute épaisseur*, et l'application du procédé à la fabrication des clichés typographiques.

On sait que pour la chromotypographie, il faut aciérer les clichés de cuivre que les couleurs mettraient rapidement hors de service sans une couche protectrice. Dès l'apparition du nickelage, MM. Boudreaux substituèrent le nickel à l'acier pour cette opération, mais ce dépôt sur le cliché d'une couche préservatrice un peu épaisse, l'empâte un peu, et lui fait perdre de sa finesse.

Le remède était à côté du mal, il suffisait de faire directement des *clichés de nickel*.

Malgré toutes les facilités que présente aujourd'hui le nickelage, il fallut plusieurs années de recherches patientes et laborieuses pour arriver à déposer sur un moule en cire ou en gutta-percha une couche de nickel solide et compact dont l'épaisseur soit illimitée. Les difficultés sont aujourd'hui entièrement surmontées et le succès est venu couronner tous ces efforts. On peut s'en rendre compte en jetant un coup-d'œil sur la collection de clichés et de moulages en

nickel exposé par MM. Boudreaux. Pour quelques-uns, l'épaisseur dépasse *un millimètre*.

Les avantages que présente le nickel sur le cuivre comme cliché typographique sont très nombreux : le nickel est aussi dur que l'acier, aussi inoxydable que l'argent et moins sujet que lui à se sulfurer, il est plus tenace que le fer, aussi infusible que le manganèse, et enfin, il est d'un prix relativement peu élevé.

Un cliché de nickel ne coûte aujourd'hui que le double d'un cliché en cuivre, mais il se prête à un tirage dix fois plus considérable, son inoxydabilité permet de l'employer avec des encres de couleur qui attaquent le cuivre et se salissent à son contact, tandis que le nickel conserve toute sa fraîcheur.

Les *clichés typographiques* en nickel sont donc indispensables pour les tirages en couleur et à un grand nombre d'exemplaires, timbres-poste, billets de banque, titres d'actions ou d'obligations, ouvrages à grand tirage, etc.

La *taille-douce* emploiera aussi le nickel pour transformer une planche de cuivre en une planche de nickel d'une dureté égale à celle de l'acier.

Enfin, le nickel galvanoplastique de MM. Boudreaux servira avec succès à la *reproduction d'œuvres d'art*. Il suffit de deux ou trois dixièmes de millimètre d'épaisseur pour donner un modelage d'une résistance égale à un dépôt de cuivre d'un millimètre. La densité des deux métaux étant à peu près semblable, une reproduction en nickel sera trois fois plus légère, à résistance égale, qu'une reproduction en cuivre.

On pourra d'ailleurs épaissir le premier dépôt de nickel par une couche de cuivre, au lieu de nickeler le cuivre, comme on le faisait jusqu'ici, ce qui enlève toujours de la finesse aux reproductions. MM. Boudreaux viennent donc de réaliser un progrès important dans les procédés galvanoplastiques : l'art et l'industrie sauront en faire leur profit.

La Société **Norddeutsche Affinerie**, établie à *Hambourg* depuis 1875, à établi dans ses usines une section spéciale pour le traitement des métaux par l'électrolyse. On retire électriquement des cuivres bruts contenant de l'argent et de l'or, un cuivre d'une pureté presque absolue, tout en recueillant la totalité du métal précieux. Six machines Gramme consacrées à cette opération, permettent d'obtenir annuellement 550 tonnes de cuivre. Un nouveau procédé fondé, comme le premier, sur l'électrolyse permet de retirer de l'or fin à un titre de $\frac{1000}{1000}$ d'un alliage renfermant toute sorte d'autres métaux. La production d'or fin par ce procédé s'est élevée en 1880 à douze-cents kilogrammes.

Parmi les *instruments de précision*, qui forment une classe importante de l'Exposition se placent en première ligne les horloges électriques et les questions qui s'y rattachent.

Parmi ces questions, l'unification de l'heure dans les villes est surtout à l'ordre du jour : M. **Collin**, 118, *rue Montmartre*, dont le premier brevet sur la question, bientôt suivi de dix autres, date de 1866, s'en est occupé avec un succès ratifié d'ailleurs par la croix de chevalier de la Légion d'honneur qui lui a été accordée à l'Exposition universelle de 1878, principalement pour ses travaux en horlogerie électrique ainsi que pour ses horloges publiques.

Les appareils de M. Collin sont établis sur un grand nombre d'établissements publics de la ville de Paris et chez des particuliers. Citons entre autres les horloges et les pendules de l'Ecole polytechnique, du lycée Charlemagne; lycée Fontanes; collège Rollin; collège Chaptal; caserne de la Cité; hôpital de

la Charité: Mairies du IV$^e$, VI$^e$, VII$^e$, VIII$^e$, XVI$^e$ arrondissements: églises de la Trinité, de Saint-Philippe-du-Roule, de Notre-Dame, Bonne-Nouvelle, Saint-François-Xavier, Saint-Germain-l'Auxerrois.

Signalons Besançon et Roubaix parmi les grandes villes de province dans lesquelles le système Collin est établi.

A Roubaix, l'unification de l'heure se fait sur toutes les horloges de la ville, mais les industriels empruntent les fils de la ville pour effectuer la remise à l'heure des horloges de leurs établissements. Le chemin de fer de l'Est en fait en ce moment l'application. M. Collin expose aussi, avec son système de remise à l'heure, un candélabre grand modèle à double cadran éclairé à la lumière électrique. Le socle porte l'horloge réglée électriquement et la plaque de contrôle avec système d'alarme en tout semblable au système établi au Grand-Opéra. Un contrôleur horaire sert à indiquer l'heure à laquelle l'alarme a été donnée.

M. **A. Lemoine**, 7, *rue Blanche, à Paris*, expose dans la salle XI une intéressante collection de pendules électriques d'appartement qui se distinguent surtout par la simplicité de leur mécanisme. Les unes dites *Papilionomes*, se règlent automatiquement par la réaction de l'air, les autres dites *Astéronomes*, impriment au balancier, à intervalles déterminés, l'impulsion qui lui permet de continuer indéfiniment son mouvement. Il est facile d'adjoindre à ces pendules une sonnerie sans ressort ni barillet, fonctionnant sans dérangement possible. Ce système évite toutes réparations et tout réglage; on n'a jamais besoin de remonter la pendule; il suffit de changer la pile à intervalles très éloignés, ce qui est une opération des plus simples. M. Lemoine a su réunir dans ses appareils l'élégance, la simplicité, le bon fonctionnent et la commodité.

La classe 13 est consacrée aux *appareils divers*, la multiplicité et la variété de ces appareils lui donnent un intérêt particulier. Voyons-en quelques-uns.

Le *trieur magnétique* d'**Edison**, sépare les poussières magnétique, de fer qui ont une certaine valeur des gangues et du quartz. Cette séparation permet de travailler les minerais avec profit et d'en retirer l'or et le fer qui ne pouvaient pas l'être par les procédés anciens de triage fondés seulement sur la différence de densité de la gangue, du quartz et du minerai.

Sous la désignation de *Système atmodynamique de sécurité*, les inventeurs, MM. **Gérard et Germot**, 7, *rue du Bac, Paris*, exposent un ensemble *d'avertisseurs automatiques d'incendie*. Ces appareils, dont le principe repose sur des lois physiques bien connues, sont destinés à prévenir les incendies, la combustion lente ou *spontanée*, les échauffements d'organes mécaniques de propulsion et autres, etc.; en un mot toute surélévation anormale de température. C'est le danger lui-même qui se dénonce en appelant dès le début les secours destinés à enrayer sa marche en désignant le point menacé.

L'appareil consiste en un simple thermomètre à air dans lequel une ingénieuse disposition d'aiguilles mobiles et réglables à volonté permet de donner l'alarme à des températures différentes pour un même lieu, quel que soit l'écart de la température et sans qu'il soit nécessaire de toucher l'appareil. Ce résultat est obtenu à l'aide d'un nouvel avertisseur placé dans le circuit du thermomètre à air, de telle sorte que la fermeture du circuit fasse fonctionner une sonnerie d'appel et localise le point menacé.

L'avertisseur de MM. Gérard et Germot diffère des autres appareils du même genre en ce que toutes ses pièces sont rigides, ce qui en assure indéfiniment le bon fonctionnement. Cette qualité est précieuse pour la navigation, car elle permet l'application d'un système préventif d'incendie et celui de tout autre système électrique.

Nous devons signaler aussi la boîte d'alarme d'incendie dans les villes combinée par les mêmes inventeurs. Cette boîte ne peut être ouverte qu'à l'aide d'une clef numérotée, qui, une fois introduite dans la serrure, ne peut plus en être retirée qu'en se servant d'une clef spéciale dont les inspecteurs sont seuls dépositaires. On évite par ce moyen les fausses alarmes et l'abus, car on sait chaque fois par qui le signal a été donné. Une fois la boîte ouverte, un simple commutateur ferme le circuit et actionne l'avertisseur du poste des pompiers. Une sonnerie placée dans la boîte d'alarme et fonctionnant en même temps que celle du poste indique à celui qui a donné l'alarme que son signal a été entendu.

M. **Léon Somzée**, ingénieur à *Bruxelles* expose une intéressante collection d'appareils divers pour mines: 1° Des lampes avertissantes du grisou, fondées sur l'augmentation de température produite par la présence de ce gaz ; cette augmentation réagit sur un appareil de dilatation qui ferme le circuit d'une ou plusieurs sonneries; 2° une lampe indicatrice avec thermoscope dont la variation de résistance électrique, lors de l'élévation de température, fournit des indications galvanométriques; 3° un appareil fondé sur la différence d'absorption de la chaleur rayonnante, par le gaz ; l'appareil fournit un courant thermo-électrique proportionnel à la quantité de grisou mélangé à l'air; 4° un avertisseur basé sur l'emploi de la force mécanique d'un courant d'osmose ; 5° un avertisseur électro-chimique. 6° Des lampes à flamme chantante ; 7° des thermomètres électriques à *maxima* et à *minima*, pour mines.

M. Somzée expose aussi une nouvelle pile voltaïque, une pile accumulatrice et les dessins d'un système d'éclairage mixte, tenant à la fois de l'arc voltaïque et de l'incandescence.

L'outillage joue un rôle important dans la fabrication des instruments délicats. C'est ce qui donne de l'intérêt aux appareils exposés par M. **P. Huré**, 8, *rue Fontaine-au-Roi*, ci-devant, 57, quai de Valmy. Voici par exemple une machine à reproduire, tailler et affuter les fraises de toutes formes, si utile pour façonner mécaniquement et avec précision les pièces délicates ; une machine à fraiser universelle, fonctionnant horizontalement ou verticalement à volonté, un nouveau mandrin universel à serrage concentrique, dit le Français, bien supérieur au mandrin américain, et enfin une collection d'outils de précision et de fraises de toutes formes et de toutes dimensions.

La *mécanique générale* forme le cinquième groupe de l'Exposition : elle comprend les générateurs et moteurs à vapeur, à gaz et hydrauliques, et les transmissions applicables aux industries électriques.

Procédons du petit au grand, et signalons tout d'abord la *pédale magique* de M. **D. Bacle**, 46, *rue du Bac*, à Paris.

Les services qu'elle rend chaque jour pour les machines à coudre sont trop connus pour que nous y insistions; les électriciens peuvent en tirer aussi un grand profit. On sait combien la machine Gramme petit modèle est utile dans les

laboratoires pour des expériences de courte durée. Au lieu de la manœuvrer péniblement avec une pédale ordinaire, il est bien plus commode de la mettre en action par la pédale magique. On s'assure ainsi que la machine ne peut tourner en sens inverse, — condition importante pour ne pas abîmer les balais, — la manœuvre est facilitée, les moindres efforts se trouvent intégralement utilisés et la manœuvre du générateur électrique laisse aux deux mains toute leur indépendance, ce qui est si nécessaire dans les expériences.

Comme opposition, nous pouvons signaler la machine à vapeur (système Armington) exposé **Edison** pour actionner sa grande machine dynamo-électrique de 120 chevaux alimentée par une chaudière du système Babcock-Wilcox, la plus grosse et la plus puissante machine actionnant *un seul* générateur électrique.

**La Société centrale de construction de machines,** plus connue sous le nom de ses administrateurs directeurs, MM. **Weyher et Richemond,** 50, *route d'Aubervilliers, à Pantin* (Seine), a mis gracieusement et à titre purement gratuit à la disposition du syndicat, pour les besoins de l'Exposition, une machine à vapeur fixe à condensation, du système dit *Compeund* et de la force de 150 chevaux, installée vers le milieu de la grande nef.

Toutes les précautions ont été prises dans l'étude et l'exécution de ce moteur pour arriver à une utilisation aussi parfaite que possible du travail de la vapeur.

Des double-enveloppes remplies de vapeur et garanties elles-mêmes contre le refroidissement extérieur entourent les deux pistons et le réservoir intermédiaire.

La détente variable du petit cylindre est conduite par le régulateur à compensateur *système Denis*, le seul qui, à notre connaissance, maintienne une vitesse parfaitement régulière, quelles que soient les variations de la résistance ou de la pression, condition essentielle dans presque toutes les industries et *absolument nécessaire* pour la production de la lumière électrique.

En un mot, cette machine se fait remarquer par la bonne combinaison de tous ses organes autant que par la solidité des pièces et le fini apporté à leur exécution.

Aussi, comme résultat, les constructeurs sont arrivés à réaliser avec ce type de moteur, une consommation de charbon inférieure à celle des meilleures machines construites jusqu'à ce jour.

La maison **Hermann Lachapelle** (J. **Boulet** et Cie successeurs), qui expose la magnifique machine à vapeur Compound classée sous le n° 775 et fournit à l'administration une partie de la force motrice employée pour le fonctionnement des appareils, a puissamment contribué au développement des applications industrielles de l'électricité par le concours intelligent qu'elle a prêté aux inventeurs et aux électriciens. Elle est connue du reste par les services qu'elle rend à l'industrie et à l'agriculture avec ses **machines verticales**, si faciles à placer et à conduire ; ses **machines horizontales** locomobiles, fixes ou demi-fixes, d'un service si sûr et si économique ; ses **pompes d'irrigations,** ses appareils de **submersion** des vignes phylloxérées, ses **moulins** en fonte d'un seul morceau, ses **batteuses** de grande et moyenne exploitation ; enfin ses appareils mécaniques **entièrement argentés**, pour la fabrication des boissons gazeuzes, une des plus anciennes spécialités de la maison, sont universelle-

ment appréciés et ont obtenu les plus hautes récompenses dans toutes les expositions.

L'une des exigences les plus absolues des machines électriques est celle de pouvoir tourner très régulièrement à des vitesses souvent considérables. Pour satisfaire à cette condition **MM. Varrall Elwell et Middleton**, ingénieurs mécaniciens, 1, *avenue Trudaine*, *Paris*, construisent un type spécial de machine à vapeur à grande vitesse; elle est à double effet, les pièces de mouvement sont toutes parfaitement équilibrées de façon à pouvoir marcher sans chocs et sans vibrations; le graissage est très efficace et le régulateur de vitesse présente une grande sensibilité.

M. **W. A. Buss**, *ingénieur*, 1, *rue Desaix*, *avenue de Suffren*, *Paris*, (médaille d'argent à l'Exposition de 1878), expose deux appareils brevetés de son invention qui se complètent l'un l'autre : un tachymètre ou indicateur de vitesse qui permet de connaître à chaque instant la vitesse de rotation de la machine à laquelle il est appliqué, et un régulateur dit Régulateur-cosinus qui maintient très efficacement cette vitesse constante. Ces appareils sont adoptés par la Marine et les différentes Sociétés d'Électricité et de Construction mécaniques, où ils rendent les plus grands services.

Bien qu'ils soient des nouveaux venus dans l'industrie, ils ont déjà valu à leur inventeur la Médaille d'argent à l'Exposition Universelle de Paris en 1878 et la Médaille d'argent à l'Exposition de Melbourne en 1881.

*La collection bibliographique d'ouvrages concernant la science et l'industrie électriques*, présente à la fois un intérêt historique et un intérêt d'actualité.

Feuilletez par exemple la collection de dessins et photographies exposés par **Edison**, vous y trouverez l'historique de ses inventions et de ses succès, à côté des dessins représentant des appareils qu'il est plus simple d'aller voir *en nature*, dans les salles 23 et 24, se trouvent les vues du vaste laboratoire de Menlo-Park et de ses dépendances, des ateliers de New-York, etc. C'est instructif et intéressant comme un voyage.

A côté des ouvrages antiques, que renferme la bibliothèque en nombre respectable, se trouvent quelques brochures de M. **Fréderic Kastner**, dont nous ne saurions trop recommander la lecture. M. Kastner a réuni là en quelques pages sous le titre de *Les flammes chantantes*, *Théorie des vibrations et considérations sur l'électricité*, des vues et des idées très élevées sur la théorie des forces de la nature réunies dans une chaîne non interrompue qui va de l'infini supérieur à l'infini inférieur, et les embrasse toutes entre ces deux limites. Il faudra lire aussi la *Description du lustre chantant* et l'*Application du gaz d'éclairage au pyrophone* pour comprendre toutes les difficultés des études auxquelles l'auteur s'est livré avant de pouvoir doter la science et la musique de cet instrument à la fois étrange et charmant qu'on appelle *le pyrophone*.

# THE UNITED STATES ELECTRIC LIGHTING C°

**Office, Equitable Building, 120 Broadway**
**City Factory, Sixth Avenue and Twenty-Fifth Street**



**Bureaux à Paris : 25, Avenue de l'Opéra.**

---

*Machines dynamo-électriques.*

*Lampes à arc voltaïque et à incandescence.*

*Régulateurs de courants, mesureurs de courants, moteurs électriques et autres appareils destinés à l'éclairage électrique et à la transmission électrique de la force à distance.*

*Concessionnaire unique aux États-Unis des brevets Farmer, Maxim, Heikel, Nichols, etc.*

---

*Extrait d'une lettre du professeur Farmer du 19 mars 1881.*

« Je suis très satisfait du rendement des lampes à incandescence système Maxim, lorsqu'on les fait traverser par des courants puissants.

Elles fournissent une lumière de 880 *candles* (90 becs Carcel) avec une intensité de 5,6 webers; il suffit de 0,8 de weber pour les maintenir légèrement rouges dans l'obscurité.

La résistance tombe de 30,2 ohms à moins de 14 ohms, au point où l'incandescence est la plus brillante.

Lorsque la lampe fournit 880 *candles*, la puissance lumineuse atteint 1500 candles par cheval-vapeur ; le rendement est alors supérieur à celui de l'arc voltaïque. »

14

DESSIN — GRAVURE — CLICHAGE

# VICTOR ROSE

DESSINATEUR-GRAVEUR

**PARIS — 35, Boulevard des Capucines. 35 — PARIS**



ATELIERS DE DESSINS ET GRAVURES SUR BOIS

LITHOGRAPHIE. — AUTOGRAPHIE. — CHROMO-LITHOGRAPHIE

APPLIQUÉS AUX ARTS, AUX SCIENCES ET A L'INDUSTRIE

*ssins au lavis à l'effet pour Exposition et Musée.— Aquarelles industrielles, vues d'Usines*

**GRAVURE CHIMIQUE, PHOTOGRAVURE, PHOTOLITHOGRAPHIE**

**BECQUEREL (Edm.), de l'Institut**

# LA LUMIÈRE

SES CAUSES ET SES EFFETS

2 vol. grand in-8° raisin, avec figures. — 16 fr.

---

**BECQUEREL père, de l'Institut**

# TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ ET DE MAGNÉTISME

ET DE LEURS RAPPORTS AVEC LES PHÉNOMÈNES NATURELS

7 vol. in-8°, et Atlas. — 80 fr.

# DES FORCES PHYSICO-CHIMIQUES

ET DE LEUR INTERVENTION DANS LA PRODUCTION DES PHÉNOMÈNES NATURELS

1 vol. gr. in 8° avec Atlas in-4°. — 15 fr.

# TRAITÉ DE PHYSIQUE

## DANS SES RAPPORTS AVEC LA CHIMIE ET LES SCIENCES NATURELLES

2 vol. in-8° et Atlas inséré dans les volumes. — 16 fr.

# ÉLÉMENTS D'ÉLECTRO-CHIMIE

APPLIQUÉE AUX SCIENCES NATURELLES ET AUX ARTS

1 vol in-8°. — 8 fr.

# TRAITÉ COMPLET DE MAGNÉTISME

1 vol. in-8°, avec 18 planches. — 10 fr.

---

**BECQUEREL père et Edm. BECQUEREL, de l'Institut**

# TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ ET DE MAGNÉTISME

AVEC LEURS APPLICATIONS AUX SCIENCES PHYSIQUES, AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE

3 vol. in-8°, avec gravures. — 24 fr.

# RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DU MAGNÉTISME

DES APPLICATIONS DE CES SCIENCES A LA CHIMIE, AUX SCIENCES NATURELLES ET AUX ARTS

1 vol. in-8°. — 6 fr.

**Dans cet ouvrage l'électricité et le magnétisme sont traités sous le point fi- vue chronologique, didactique et philosophique, sans l'intermédiaire d'aucune de gure, ni d'aucune formule algébrique, et sans description d'appareils.**

# ARMENGAUD JEUNE

Ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique, membre du comité de la Société des Ingénieurs civils de France, membre du jury à l'Exposition de 1878, membre du comité technique d'électricité.

**23, BOULEVARD DE STRASBOURG, PARIS**

CABINET FONDÉ EN 1836

POUR L'OBTENTION DES

# BREVETS D'INVENTION

EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

CONSULTATIONS TECHNIQUES ET LÉGALES

**Étude spéciale des applications de l'électricité**

**Ouvrages de M. ARMENGAUD Jeune**

*Guide manuel de l'inventeur et du fabricant*, 7e édition. Prix : 4 fr.

*L'Ouvrier mécanicien*, guide de mécanique pratique, 10e édition. Prix : 4 fr.

*Formulaire de l'ingénieur*, carnet usuel des agents-voyers, architectes et directeurs de travaux. 5e édition. Prix : broché, 4 fr.; en carnet, 5 fr.

*Notices sur le photophone, le téléphone et les réseaux téléphoniques.*




# A. OEHLRICH ET Cie

A RIGA

FABRIQUE D'HUILES DE NAPHTE

# HUILES MINERALES RUSSES A GRAISSER

**Dépôt général pour la France, chez M. Auguste GOERGER**

43, BOULEVARD DE STRASBOURG, PARIS

**PRODUITS GARANTIS NEUTRES ET INCONGELABLES**

# GRILLAGES

EN FILS DE FER GALVANISÉS

GRILLAGES DE TOUS MÉTAUX



ENTOURAGES DE MACHINES

VOLIÈRES, FAISANDERIES, POULERIES, ETC.

**40 à 50 % de RABAIS**

Clôtures de Chasses, 1 mètre de haut, *le mètre,* » **45**

## Ws STEWART ET Co

**12, Boulevart Poissonnière, Paris.**

NOTA. — La maison se charge de la construction des Volières, Faisanderies, Poulaillers, Chenils, Kiosques, etc. Grilles légères pour clôtures de Parcs, de Chevreuils. — Sur demande, envoi *franco* de CATALOGUES et RENSEIGNEMENTS.

---

**DRUGÉ,** Pierre-Casimir, administrateur-délégué de la *Société anonyme du Palais Bonne-Nouvelle* (CAPITAL : **1 600 000** FR.)

---

# A LA MÉNAGÈRE

20, BOUVEVARD BONNE-NOUVELLE, A PARIS (ATELIERS, 68, RUE DU RENDEZ-VOUS)

(*HORS CLASSE*)

**1e Exposition au Pavillon présidentiel.**

Meubles et mobilier de salle à manger | Meubles ustensiles et batterie de cuisine
Appareils et accessoires de salle de bains et d'hydrothérapie

**2e Exposition de Bancs, Sièges de jardins et de parcs.**

NOTA. — L'Établissement de *la Ménagère* occupe seul la totalité du Palais Bonne-Nouvelle et de ses agrandissements. Il comprend 31 rayons de vente réunissant l'ensemble des articles de Ménage, Chauffage, Eclairage, Jardin, Ecuries, voyage, hydrothérapie, etc.

Au 2e étage est une Exposition spéciale permanente de Mobilier Complet installé en appartement.

*Prix-fixe marqué sur chaque objet.*

**Médailles d'or. — Diplômes d'honneur. — Grand Prix.**

---

DRUGÉ, Pierre-Casimir, directeur de l'établissement

**DU DOCK DU CAMPEMENT ET DES ARTICLES DE VOYAGE**

14, BOULEVARD POISSONNIÈRE (MAISON DU PONT DE FER), A PARIS.

**Objets exposés :** Tentes de Campement et de Jardin. — Articles de voyage.

NOTA. — L'Établissement du *Dock du Campement* réunit l'ensemble des articles de Voyage, Campement, Chasse et Gymnastique, tous marqués à Prix fixe, en chiffres connus.

1311. — PARIS, IMPRIMERIE A. LAHURE

9, Rue de Fleurus, 9

# L'ÉLECTRICITÉ

ET

## SES APPLICATIONS

# L'ÉLECTRICITÉ

ET

# SES APPLICATIONS

---

## ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

---

### RÉSUMÉ HISTORIQUE

L'électricité est une science toute moderne. Si du temps de Thalès, six cents ans avant notre ère, on connaissait la propriété que possède l'ambre, après avoir été frotté, d'attirer les corps légers placés à distance, au commencement du dix-septième siècle on n'était guère plus avancé; l'ouvrage de Gilbert, médecin anglais, publié en 1600, et ayant pour titre *de Magnete*, ouvrage qui à ce moment résumait l'état des connaissances déjà assez complètes sur les phénomènes de l'aimant et l'action magnétique du globe terrestre, contenait seulement plusieurs passages concernant les actions attractives et répulsives exercées par l'ambre et d'autres matières, après un frottement préalable.

Mais à cette époque où les esprits se trouvaient entraînés vers l'étude des sciences, ces actions en apparence si mystérieuses ne pouvaient manquer d'attirer vivement l'attention. En 1670, Otto de Guericke, bourgmestre de Magdebourg, construisit la première machine électrique composée d'un globe de soufre mis en rotation, sur lequel on exerçait le frottement avec la main; en 1675, Newton observa que l'attraction électrique se transmet au travers du verre; en 1727, Grey et Welher montrèrent que tous les corps ne jouissent pas au même degré de la faculté conductrice pour l'électricité, et en 1733 Dufay, physicien français, découvrit que tous les corps sont électriques, pourvu qu'ils soient isolés et qu'il existe deux électricités douées de propriétés contraires, principe fondamental pour la science de l'électri-

cité. Dufay ne reconnut pas cependant que les deux électricités étaient produites simultanément dans le frottement ; ce fait fut mis plus tard hors de doute, notamment par Symmer.

La machine électrique reçut en 1741 de Boze et de Winkler de grands perfectionnements. Boze installa les conducteurs isolés et Winkler les frottoirs; différents physiciens modifièrent encore la machine dont la forme actuelle est généralement attribuée à Ramsden.

En 1746, Cunéus observa, dit-on, dans le cabinet de Musschenbroek la commotion produite par la bouteille de Leyde dont les effets excitèrent un étonnement aussi grand que celui qu'avait fait naître la vue de l'étincelle électrique éclatant entre le conducteur d'une machine et le corps humain. Les expériences et les publications de l'abbé Nollet, ainsi que plus tard celles de Priestley, contribuèrent beaucoup à répandre le goût des études sur l'électricité.

A mesure que l'on découvrait les principales propriétés de cet agent, on était de plus en plus frappé de la ressemblance entre les effets des décharges électriques et ceux du tonnerre; Wall en avait parlé près d'un siècle auparavant; Franklin entreprit des recherches pour prouver l'identité de ces effets déjà admise en principe. Il ne restait plus qu'à recueillir la foudre et à montrer qu'elle pouvait charger les batteries et agir comme l'électricité des machines.

Cette grande expérience fut faite presque simultanément en France par Dalibard à Marly-la-Ville, le 10 mai 1752, à l'aide de barres de fer isolées, au-dessus desquelles un nuage orageux vint à passer, et à Philadelphie par Franklin, en juin de la même année, au moyen d'un cerf-volant enlevé dans les nuages, lequel, par l'intermédiaire de la corde humide, donna l'électricité tant désirée. Peu après, Lemonnier observa qu'il y avait presque toujours de l'électricité dans l'air sans qu'il y ait apparence d'orage et que cette électricité était soumise, dans les temps sereins, à des variations régulières. Franklin, en 1750, avait découvert l'action exercée par les pointes sur les corps électrisés ; il en fit l'application aux paratonnerres [1].

Les effets électriques par influence, ainsi que les phénomènes de condensation, furent étudiés par des savants éminents tels que Canton, Œpinus, Wilke, l'inventeur de l'électrophore en 1762, Franklin, Beccaria et Volta. Ce dernier fit connaître l'électromètre condensateur et l'eudiomètre.

Œpinus, en 1759, avait fait paraître un ouvrage dans lequel il appliqua le premier les mathématiques à l'étude de l'électricité et du magnétisme et s'efforça de rendre compte de la condensation électrique

1. Plusieurs passages de Pline et de Lucain semblent montrer que les anciens ont connu le moyen de diriger les feux de la foudre. (Pline, liv. II, chap. LV; Lucain, *Pharsale*, I, 606.)

et de la distribution du magnétisme dans les aimants; mais de 1785 à 1787, Coulomb fit plus pour la statique électrique que tous ses prédécesseurs. A l'aide de sa balance de torsion, il découvrit les lois des attractions et répulsions électriques et magnétiques, celles de la déperdition de l'électricité par les supports et l'air ambiant et il montra comment s'opérait la répartition de l'électricité sur les corps. C'était en quelque sorte le couronnement des études relatives aux effets électriques de tension, seuls connus des physiciens.

Les actions électro-physiologiques avaient déjà attiré l'attention, lorsqu'en 1790 Galvani, professeur d'anatomie à Bologne, observa, par hasard, les contractions que le contact de deux métaux fait naître entre les muscles et les nerfs de grenouilles convenablement préparées et en communication avec ces métaux [1]. Galvani attribua le phénomène à l'existence d'une électricité propre aux animaux, laquelle passait des muscles aux nerfs par l'intermédiaire des métaux. Cette théorie fut l'objet d'une longue controverse entre Galvani et plusieurs savants parmi lesquels était Volta, professeur de physique à Pavie. Volta s'attacha à démontrer qu'il n'existait pas d'électricité propre aux animaux, ceux-ci, dans le cas actuel, servant seulement de conducteurs; la contraction résultait alors, suivant lui, de l'action physiologique de l'électricité dégagée au contact des métaux, électricité qu'il pouvait recueillir à l'aide d'un condensateur. Cette lutte se prolongeait lorsque, en 1800, Volta publia la découverte de la pile, l'un des instruments les plus admirables que les sciences physiques aient produits et auquel la reconnaissance publique a donné le nom de son auteur.

De cette époque date une ère nouvelle pour l'électricité; cet agent fut étudié, non plus à l'état statique, mais à l'état dynamique ou sous forme de courant circulant dans les corps conducteurs. Presque aussitôt, Nicholson et Carlisle observèrent la décomposition de l'eau en transmettant le courant électrique de la pile au travers de ce liquide; Nicholson remarqua ensuite la décomposition électro-chimique des sels métalliques et les physiciens et les chimistes s'emparèrent aussitôt de ce nouvel agent de décomposition pour en étudier les effets. Parmi les savants qui s'illustrèrent dans cette voie on doit citer H. Davy qui décomposa les alcalis et les terres pour en retirer les métaux et qui montra quelle était la puissance calorifique et lumineuse obtenue en transmettant un courant électrique d'une grande intensité entre deux pointes de charbon, c'est-à-dire en formant ce que l'on a nommé l'arc voltaïque utilisé maintenant pour l'éclairage électrique.

1. Le fait avait été vu en 1658 par Swammerdam qui pensait que les contractions des grenouilles préparées étaient dues à un effet mécanique; on n'y avait donné aucune suite. (Swammerdam, t. II, p. 840 et 849; Duméril, *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1840, t. IV, p. 555.)

Si la découverte de la pile avait donné une impulsion puissante aux recherches sur l'électricité et surtout aux travaux électro-chimiques, en 1820 une autre découverte ouvrit de nouveaux horizons et montra la liaison intime existant entre l'électricité et le magnétisme. Œrstedt, professeur de physique à Copenhague, annonça qu'un fil conducteur parcouru par un courant électrique agissait sur une aiguille aimantée placée à proximité et tendait à la mettre en croix avec le fil conducteur.

Immédiatement après avoir eu connaissance de ce fait, Ampère commença une suite de recherches expérimentales et théoriques des plus remarquables, bases de l'électro-dynamique et de l'électro-magnétisme. Arago observa l'attraction exercée sur la limaille de fer doux par un fil parcouru par un courant électrique, et Ampère montra comment on pouvait expliquer tous les phénomènes magnétiques en admettant que les aimants fussent des solénoïdes ou hélices électro-dynamiques. Cette importante théorie est l'une des plus ingénieuses de la physique et jusqu'ici elle n'a été contredite par aucun fait.

Presque à la même époque, en 1821, Schweigger construisit le multiplicateur et Seebeck découvrit les phénomènes thermo-électriques dont A.-C. Becquerel donna les lois, phénomènes qui ont conduit à la formation des piles thermo-électriques [1] et aux appareils à l'aide desquels on détermine les températures dans des conditions où les thermomètres ordinaires ne peuvent être employés. Ce dernier physicien, en 1823, avait fait connaître les principes du dégagement de l'électricité par pression ainsi que dans les actions chimiques, et obtint plus tard, par voie électro-chimique, un grand nombre de minéraux cristallisés analogues à ceux que l'on trouve dans la nature.

Jusqu'alors la pile avait été modifiée de bien des manières; mais, quelle que soit la forme employée, on observait toujours une diminution rapide dans l'intensité du courant électrique à partir du moment où cet appareil commençait à fonctionner. Becquerel montra en 1829 que la cause de cette diminution d'intensité était la polarisation électro-chimique des lames de la pile elle-même, et il fit connaître la pile à deux liquides ou à sulfate de cuivre dans laquelle la polarisation n'avait pas lieu et qui par conséquent était à courant constant; c'est le premier appareil de ce genre qui ait été formé. Depuis cette époque, toutes les piles en usage ont été établies d'après ces principes; parmi les appareils usuels les plus importants on peut citer la pile à acide nitrique imaginée par Grove en 1839.

En 1827, Ohm publia un mémoire sur la théorie mathématique de la pile, dans lequel il tenta de faire pour l'électricité fournie par cet appa-

1. *Les piles thermo-électriques pour les études sur le rayonnement de la chaleur sont dues à Nobili et à Melloni.*

reil ce que Fourier, Laplace, Poisson et Ampère avaient fait pour la chaleur, l'électricité statique et dynamique ; il donna la loi qui règle l'intensité du courant dans un circuit fermé comprenant la pile, et cela d'après le pouvoir conducteur des divers éléments dont il est formé. Pouillet et Fechner établirent expérimentalement cette loi, l'une des bases de l'électricité dynamique.

Depuis le commencement du siècle deux découvertes avaient agi puissamment sur le développement des connaissances électriques : en 1800 celle de la pile, et en 1820 celle de l'électro-magnétisme. En 1833 la découverte de l'induction par Faraday vint donner un nouvel essor à cette science. Ampère avait trouvé que des fils conducteurs disposés en solénoïdes et parcourus par un courant électrique produisaient les mêmes effets que les aimants et provoquaient l'aimantation dans le fer doux et l'acier; Faraday prouva que l'inverse avait lieu et que l'on pouvait produire des courants électriques dans des corps conducteurs, aussi bien par l'influence des aimants que par celle d'autres courants électriques agissant à distance; découverte du premier ordre pour la théorie de l'électricité et du magnétisme, qui vient à l'appui de l'hypothèse d'Ampère sur la constitution des aimants et explique simplement les effets du magnétisme en mouvement découverts par Arago en 1824.

Plus tard Faraday, en 1845, découvrit qu'un puissant électro-aimant peut agir sur une substance transparente, de sorte que si un faisceau de rayons de lumière polarisée traverse cette substance dans la direction de l'axe d'aimantation, le plan de polarisation de ces rayons est dévié soit à droite soit à gauche, suivant le sens de l'aimantation. Cette découverte établissant une relation entre les phénomènes optiques et les phénomènes magnétiques, a donné une impulsion nouvelle aux études relatives à l'action du magnétisme sur tous les corps qui a été, surtout en France, l'objet d'importantes recherches.

En 1834, Peltier, en analysant les effets calorifiques produits par les courants électriques lors des changements de conducteurs, observa, dans certains cas, suivant le sens du courant électrique, un abaissement de température. Ces effets ont été par la suite le point de départ de travaux très dignes d'intérêt.

L'électricité et le magnétisme n'avaient été cultivés jusqu'a cette époque que par un petit nombre de physiciens, mais les applications diverses de ces sciences aux arts et à l'industrie, qui commencèrent à se répandre dans le public, excitèrent l'émulation des savants et des ingénieurs. De toutes parts l'on se mit à l'œuvre et les travaux scientifiques eux-mêmes prirent une nouvelle extension.

*Becquerel* appliqua les actions électro-[illegible] ment des

métaux précieux et en 1836 et 1837 il fit connaître les procédés qu'il avait imaginés pour atteindre ce but.

L'art de la dorure et de l'argenture fut profondément modifié par l'emploi des méthodes électro-chimiques; bien que Brugnatelli eût fait quelques tentatives de ce genre en 1805, ce fut M. de la Rive, déjà connu par d'importantes recherches sur l'électricité, qui en 1840 réalisa le dépôt de l'or sur les métaux dans les appareils électro-chimiques simples. M. Elkington ainsi que M. de Ruoltz ont fait connaître les procédés aujourd'hui en usage dans l'industrie.

Un peu avant, en 1838, Jacobi, professeur à Saint-Pétersbourg, obtint des dépôts de cuivre en couches épaisses et malléables de façon à mouler parfaitement le conducteur polaire négatif qui transmettait dans une dissolution de sulfate de cuivre un courant électrique d'intensité déterminée. Cet art, connu plus particulièrement sous le nom de galvanoplastie, a été étendu à d'autres métaux et est utilisé dans la statuaire, l'orfèvrerie, l'ornementation, la typographie, la gravure, etc.: il constitue actuellement une des applications les plus importantes de l'électricité.

A peu près à la même époque on commença à établir des télégraphes électriques dans différents pays. L'idée de transmettre des signaux à distance a dû se présenter aux premiers observateurs qui se sont livrés à l'étude de l'électricité, et cela en raison de la rapidité de transmission de cet agent dans les fils conducteurs. On cite les tentatives de ce genre faites dès 1753 par Ch. Marshall à l'aide des effets électriques de tension. Les courants donnés par les piles permirent de former des projets plus réalisables. Ampère en 1820, dès ses premières recherches électro-magnétiques, avait indiqué comment on pourrait faire usage de l'action d'un courant sur une aiguille aimantée, comme moyen télégraphique. Si cet appareil avait été construit, il eût été le premier télégraphe à aiguille qui ait fonctionné; mais cette idée ne fut pas mise en pratique à cette époque.

En 1834, Gauss et Weber, pendant leurs études sur le magnétisme terrestre, se servirent de l'influence exercée par un courant électrique sur un barreau aimanté pour mettre en communication le cabinet de physique et l'observatoire de Goettingue. Dès lors, on put prévoir que ce mode de correspondance à distance pourrait être substitué au télégraphe aérien inventé par les frères Chappe.

Steinheil, à Munich, en répétant les expériences de Gauss et Weber, construisit un télégraphe à aiguilles qui fonctionna en juillet 1837; il traça des indications sur des papiers, produisit des chocs et remplaça même un des deux fils conducteurs du circuit télégraphique par la terre; il toucha donc dès l'origine à plusieurs des points les plus importants de la télégraphie électrique. La même année Wheatstone, à Londres,

construisit un télégraphe à aiguilles ainsi qu'un télégraphe à cadran, et M. Morse, en Amérique, fit connaître l'appareil enregistreur qui porte son nom; en France M. Bréguet ne tarda pas à construire des appareils qui fonctionnèrent sur plusieurs lignes. Depuis cette époque les appareils se sont perfectionnés et un grand nombre de systèmes télégraphiques des plus ingénieux ont été imaginés. Quant à la vitesse de transmission des signaux, bien qu'elle dépende des dispositions des fils conducteurs et de leur entourage, elle est toujours tellement considérable qu'elle peut être négligée, quelque grande que soit la distance qui sépare les stations.

On doit rapprocher des télégraphes les nombreux appareils indicateurs tels que les horloges électriques, les avertisseurs, etc., qui sont fondés sur les mêmes principes.

L'installation des lignes télégraphiques sous-marines a conduit à l'observation des faits très intéressants qui, étudiés d'abord par Faraday, ont été analysés avec soin par d'éminents physiciens. Ils ont permis de reconnaître comment la propagation de l'électricité peut avoir lieu au moment de l'ouverture et de la fermeture des circuits pendant la période variable de l'établissement du courant électrique.

Bien que l'on ignore la nature de l'électricité, on peut néanmoins préciser les différentes conditions dans lesquelles se produisent les phénomènes électriques eux-mêmes. Les recherches théoriques et expérimentales d'Œpinus, de Coulomb, de Poisson, d'Ampère et de Ohm, ont eu à cet égard, comme on l'a vu, une grande importance. Depuis lors d'autres savants sont entrés dans la même voie, notamment MM. Green, W. Thomson, Maxwell, Edlund, etc., dont les travaux, comme ceux de leurs devanciers, ont une haute valeur.

La production de l'électricité a été l'objet de recherches des plus intéressantes dans lesquelles les phénomènes d'induction ainsi que les effets électro-chimiques ont été mis à profit. C'est ainsi que Ruhmkorf empruntant diverses dispositions aux appareils imaginés par MM. de la Rive, Masson et Bréguet, créa vers 1850 l'appareil d'induction qui porte son nom et qui donne lieu à des effets de tension considérables par une sorte de transformation de la puissance électrique. L'énergie de cet appareil a été beaucoup augmentée par l'emploi d'un condensateur suivant les observations de M. Fizeau, ainsi que par la disposition de l'interrupteur dû à Foucault.

En 1859 et 1860, M. G. Planté utilisa les effets de polarisation électrochimique observés d'abord par Gautherot, puis étudiés par Ritter et d'autres physiciens et dont on a vu précédemment l'influence pour la diminution de l'intensité du courant donné par les piles simples. En se servant de lames de plomb, M. G. Planté forma des batteries secondaires *permettant d'accumuler* et de transformer la puissance de la

voltaïque de manière à donner temporairement des effets de tension et de quantité très supérieurs à ceux de la source génératrice.

Depuis Nicholson, en 1788, on avait cherché à faire usage des effets d'influence pour avoir un dégagement continu d'électricité. Plusieurs appareils, sortes d'électrophores à rotation, avaient été proposés ; en 1865, M. Holtz réalisa sous la forme la plus commode un appareil de ce genre qui est aujourd'hui fréquemment employé dans les études d'électricité statique.

Lorsqu'il fut démontré qu'au moyen des effets d'induction on pouvait développer de l'électricité dans des circuits conducteurs par l'influence d'aimants dont les positions relatives avec celles des conducteurs venaient à changer dans des conditions déterminées, on songea à utiliser cette nouvelle source d'électricité dans laquelle l'action mécanique seule est en jeu. MM. Pixii, Saxton et Clarke, peu après la découverte de Faraday construisirent des appareils qui portent le nom de ces ingénieurs ; mais ce n'est que lorsqu'on chercha à produire économiquement la lumière électrique en utilisant l'intensité lumineuse de l'arc voltaïque comme dans l'expérience de Davy, que l'on fit des machines d'induction capables de donner une quantité d'électricité que les actions mécaniques peuvent seules fournir à bas prix. Nous ne pouvons indiquer ici toutes les machines de ce genre aujourd'hui en usage, mais nous devons dire que celle dont le principe a été donné par M. Gramme en 1871, en raison des effets puissants qu'elle présente sous des dimensions relativement restreintes, a constitué un progrès réel dans la production de l'électricité à l'aide des forces mécaniques.

La découverte par M. Graham-Bell, en 1876, du téléphone magnéto-électrique articulant qui transmet télégraphiquement la parole à distance est la plus récente et certainement l'une des plus originales de l'époque. Au point de vue scientifique elle a révélé un fait nouveau, la mobilité de la distribution magnétique dans un aimant, ainsi que celle de l'état électrique d'un fil voisin, lesquelles sont en rapport avec les mouvements si complexes que les modulations de la parole communiquent à une petite lame de fer servant d'armature à l'aimant. De toutes parts on s'est mis à l'œuvre pour perfectionner ce nouveau mode de correspondance et l'on est arrivé à des dispositions d'appareils téléphoniques et microphoniques des plus ingénieuses qui permettent de penser que cette découverte prendra place à côté de la télégraphie, parmi les grandes applications industrielles de l'électricité et du magnétisme.

En résumé, l'on peut voir comment quelques phénomènes très simples ont conduit pas à pas à l'observation de phénomènes de plus en plus complexes et comment une étude approfondie et des recherches *persévérantes ont permis d'établir la science de l'électricité sur des bases certaines.*

C'est au milieu de travaux de l'ordre le plus élevé qu'ont pris naissance les grandes découvertes, origines des applications merveilleuses dont l'industrie est dotée depuis près d'un demi-siècle, et ces applications, à leur tour, par leurs développements, ont souvent contribué aux progrès de la science, frayant ainsi la route qu'elle leur trace [1].

Juin 1881.

ED. BECQUEREL.

1. Il n'a pas été possible, dans un résumé aussi court, de parler des nombreux et importants travaux des divers savants surtout dans la période actuelle, non plus que des instruments et machines diverses qui ont été imaginés ; il en sera question dans les articles relatifs aux différents groupes de l'Exposition.

# ÉLECTRICITÉ STATIQUE

---

Pour donner une idée exacte des phénomènes compris sous le nom d'Électricité statique, il est nécessaire de rappeler quelques expériences fondamentales.

*Corps électrisés.* — On reconnaît habituellement qu'un corps est électrisé quand il a la propriété d'attirer les corps légers tels que des barbes de plume ou des morceaux de papier.

*Conducteurs. Isolants.* — Ces propriétés sont passagères. — Pour certains corps, elles restent localisées, pendant un temps plus ou moins long, au voisinage des points où on les a produites, par exemple par le frottement; mais, en réalité, elles se propagent peu à peu, s'étendent à toute la surface du corps en s'affaiblissant et finissent par disparaître totalement. Ces corps sont dits *mauvais conducteurs* de l'électricité ou *isolants*. Tels sont à divers degrés : le verre, la résine, le caoutchouc durci (ébonite), les gaz, etc. — Pour d'autres, comme les métaux, la communication électrique est tellement rapide qu'elle échappe à toute mesure; ce sont les *conducteurs*. Les animaux, les plantes, la plupart des matériaux qui constituent le sol rentrent dans cette catégorie, de sorte que si un conducteur électrisé est relié au sol par d'autres conducteurs, les propriétés électriques qu'il a pu acquérir disparaissent aussitôt : le corps est déchargé ou ramené à l'état naturel. Un conducteur ne peut donc être électrisé que s'il est soutenu, ou isolé du sol par un corps mauvais conducteur.

*Deux espèces d'électricité.* — Un corps électrisé repousse un corps qui a été mis en contact avec lui et auquel il a communiqué une partie de ses propriétés, mais cette répulsion entre corps électrisés n'est pas un fait général. On a reconnu qu'il y a deux manières d'électriser les corps ou deux espèces d'électricités, que deux corps chargés de la même électrisés (comme ils le seraient par contact avec un troisième préalablement électrisé) se repoussent et que deux corps chargés d'électricités différentes s'attirent.

Lorsque deux corps sont frottés l'un contre l'autre, ils s'électrisent tous *deux en sens différents* et, par suite, s'attirent; mais tous deux

ensemble se comportent vis-à-vis d'un corps extérieur, électrisé ou non, comme s'ils étaient à l'état naturel ou *neutre*. Les propriétés ainsi produites par le frottement présentent donc une sorte d'opposition : les corps sont dans deux états pour ainsi dire complémentaires, comme si l'un avait emprunté à l'autre et possédait en excès une sorte de vertu particulière qui se trouverait en défaut sur l'autre. En raison de cette opposition de propriétés, on a donné à l'une des électricités le nom d'*électricité positive* et à l'autre le nom d'*électricité négative*. — L'électricité positive est, par exemple, celle qui se produit sur le verre quand on le frotte avec du drap.

*Lois des actions électriques.* — L'action répulsive ou attractive qui s'exerce entre deux corps électrisés dépend de leur distance ; si les dimensions des corps sont très petites par rapport à leur distance, l'action devient quatre fois plus faible pour une distance double, neuf fois moindre à une distance triple, etc.; en d'autres termes elle est en raison inverse du carré de la distance, comme l'attraction universelle.

L'action d'un corps dépend aussi de son électrisation ou de la quantité d'électricité qu'il possède. Quand on touche un conducteur électrisé par un conducteur identique à l'état naturel, l'action que le premier était capable d'exercer sur un corps extérieur devient moitié moindre. Si l'on admet que la charge électrique du système n'ait pas été modifiée dans cette opération, chacun des conducteurs en a pris la moitié par raison de symétrie. Par suite, l'action d'un corps électrisé est proportionnelle à sa charge électrique. Ces lois ont été établies par Coulomb.

Une charge égale à l'unité est celle d'un corps qui, agissant sur un corps identique à l'unité de distance, produirait une action égale à l'unité de force, par exemple une action d'un gramme à une distance d'un millimètre.

D'après ce qui a été dit plus haut, on voit que si deux corps sont frottés ensemble, la charge positive de l'un est égale à la charge négative de l'autre. C'est là une loi générale de la nature, et l'on peut dire qu'il ne se produit jamais sur un corps une trace d'électricité pour une cause quelconque, sans qu'il y ait en même temps sur un autre corps plus ou moins éloigné une quantité égale et correspondante d'électricité contraire, de sorte que la somme algébrique d'électricité qui existe dans la nature est invariable.

*Distribution de l'électricité.* — L'électricité ne pénètre pas dans les corps conducteurs, elle réside uniquement à la surface. En touchant la surface extérieure d'un conducteur électrisé par une petite boule isolée, on enlèvera de l'électricité en quantité proportionnelle à celle qui se trouvait autour du point touché ; mais en touchant la surface interne d'un conducteur creux, on n'y prendra aucune trace d'électricité. Inver-

ement, quand on touche par une boule électrisée la surface interne l'un conducteur électrisé ou non, la masse électrique apportée se ransmet immédiatement à la surface du conducteur et la boule une ois enlevée se trouve à l'état naturel. On peut, par ce moyen, ajouter onstamment et par fractions connues de l'électricité à un corps qui en ossède déjà.

La distribution de l'électricité sur un conducteur dépend de la forme le sa surface. Sur une sphère, très éloignée de tout autre corps, la listribution est uniforme; sur un conducteur allongé, l'électricité s'ac-umule aux parties saillantes et la densité électrique, c'est-à-dire la harge par unité de surface, est variable d'un point à l'autre.

*Pouvoir des pointes.* — L'électricité exerce sur le milieu extérieur, 'air par exemple, une sorte de pression qui tend à vaincre la résis-ance du milieu; cette pression électrique ou *tension* est en chaque oint proportionnelle au carré de la densité. A l'extrémité d'une pointe n particulier, la densité est telle que l'électricité ne peut demeurer à a surface d'un conducteur et se propage à travers l'air aux corps voi-ins. Il en résulte qu'un conducteur muni d'une pointe très aigue n'est apable de conserver qu'une charge d'électricité très faible.

*Influence électrique.* — Lorsqu'un conducteur isolé est placé dans le oisinage d'un corps électrisé, il s'électrise lui-même sur presque toute a surface; les régions voisines du corps influent prennent de l'électricité le nom contraire, les plus éloignées de l'électricité de même nom que elle du corps influent, et ces deux charges sont encore égales comme lans le frottement. Les deux régions de lignes contraires sont séparées ar une ligne non électrisée ou *ligne neutre.*

D'une manière plus générale, un conducteur s'électrise par influence outes les fois qu'il est placé dans un espace où s'exercent des forces lectriques.

L'électrisation par influence a aussi reçu le nom d'*induction électro-tatique.* Le corps influent est alors nommé corps inducteur et le corps nfluencé est dit induit.

Un cas remarquable est celui où le conducteur induit est fermé et nveloppe complètement l'inducteur. La charge induite est alors égale à a charge inductrice.

Enfin, si le conducteur fermé induit est en communication avec le sol, es deux corps, inducteur et induit, forment un système qui est sans ction sur les corps extérieurs.

Le pouvoir des pointes peut être utilisé dans l'électrisation par in-luence. Si, par exemple, on approche d'un corps électrisé une pointe n communication avec le sol, cette pointe est soumise à l'influence, 'électricité de même nom que celle du corps influent est repoussée lans le sol, l'électricité de nom contraire est attirée, s'écoule par la

et vient neutraliser celle du corps influent qui se décharge s'il avait été relié au sol par une communication conductrice.

*luides.* — On peut rendre compte de ces phénomènes en imagi-ue l'électricité est une substance matérielle, *un fluide*, qui peut facilement dans les conducteurs et éprouve un frottement plus ou énergique dans les corps isolants, qu'il y a deux fluides corres-ant aux deux électricités, que les attractions ou répulsions entre orps ne sont autre chose que les actions directes des fluides dont ont chargés, que des quantités égales des deux fluides différents nent un fluide neutre, c'est-à-dire sans action, que les corps natu- possèdent une quantité pour ainsi dire indéfinie de fluide neutre et l'électrisation, soit par frottement, soit par influence, n'est qu'un ifice pour séparer les deux fluides élémentaires qui constituent le ide neutre.

Cette conception matérielle peut offrir quelques avantages parce u'elle donne une substance au raisonnement, mais elle n'est pas du out nécessaire. L'idée des fluides, si générale autrefois dans la science, est abandonnée aujourd'hui et remplacée par l'extension des grands principes de la mécanique qui permettent, à l'aide de quelques lois expérimentales, d'établir des relations importantes entre les phénomènes, probablement sans en connaître la nature intime, laquelle restera toujours mystérieuse.

*Énergie.* — De ces principes, l'un des plus importants est celui de la conservation de l'énergie. Toutes les fois que pour produire un phénomène physique il faut dépenser une certaine quantité de travail, si les corps qui sont entrés en jeu pendant l'opération peuvent retourner à leur état primitif en repassant par les mêmes transformations, ils reproduisent le même travail en sens contraire ; en d'autres termes, ils possèdent une quantité d'énergie disponible capable de reproduire ce travail.

La notion de l'énergie permet de considérer les phénomènes électriques sous un point de vue très fécond en applications.

*Niveau électrique. Potentiel.* — L'espace dans lequel sont sensibles les actions d'un système quelconque de corps électrisés est un *champ électrique*. Le champ électrique d'un système est en général un espace indéfini, si l'on veut raisonner en toute rigueur ; mais dans la pratique il suffit de considérer les régions peu éloignées du système que l'on envisage. Dans certains cas le champ est même réellement limité : quand on fait, par exemple, des expériences dans l'intérieur d'une salle fermée conductrice, aucune action n'est sensible au dehors de la salle et le champ est borné par les parois.

Si l'on suppose qu'une masse d'électricité positive égale à l'unité soit placée dans le voisinage de corps électrisés ou, plus généralement,

dans un champ électrique, elle subira une action dont la grandeur et la direction sont déterminées en chaque point. C'est ce qu'on appelle la *force du champ*. Une masse égale d'électricité négative subirait la même action dans une direction opposée.

L'état du champ électrique en un point n'est pas défini seulement par la force, et il faut faire intervenir une autre considération. Si l'on veut amener d'une distance très grande, jusqu'au point considéré, une masse égale à l'unité, il faudrait dépenser un certain travail pour résister aux actions que la masse subira le long du chemin parcouru; ce travail définit le *niveau électrique* ou le *potentiel* du point considéré, de même que le travail nécessaire pour élever un kilogramme à une certaine hauteur a pour mesure la hauteur elle-même.

D'une manière générale, le travail nécessaire pour déplacer une masse positive égale à l'unité, d'un point à un autre, est égal à l'excès du potentiel du second point sur celui du premier.

On se rendra compte d'une manière très exacte des phénomènes électriques par des comparaisons empruntées à la topographie. Chaque point de la surface du sol est situé à une hauteur déterminée; les lignes qui passent par tous les points situés à la même hauteur sont des lignes de niveau; les lignes de plus grande pente sont normales aux lignes de niveau, et un corps pesant abandonné sur la surface tend à tomber en suivant une ligne de plus grande pente. De même, chaque point d'un champ électrique est caractérisé par un niveau ou potentiel électrique; les points pour lesquels le potentiel a la même valeur forment une surface de niveau électrique. Une masse positive abandonnée en un point ne peut d'elle-même créer un travail et augmenter l'énergie du système; elle en dépensera, au contraire, obéira à la force et tombera vers les niveaux moins élevés. La direction de force en un point est la direction vers laquelle la chute du potentiel est la plus rapide; elle est normale à la surface passant par ce point pour laquelle le potentiel est le même, c'est-à-dire à une surface de niveau électrique ou équipotentielle. Si, en marchant dans la direction de la force, le déplacement de la masse est égal à l'unité de longueur, le travail aura pour mesure la force elle-même. La force est donc égale à la chute maximum de potentiel pour une distance égale à l'unité.

*Propriétés des conducteurs. Capacités électriques.* — Lorsqu'un conducteur est en équilibre, les masses électriques dont il est chargé ne peuvent être soumises qu'à une force normale à la surface, sans quoi elles glisseraient sur la surface, et elles sont maintenues en place par la résistance du milieu ambiant. La surface du conducteur est donc une surface d'égal potentiel. L'intérieur du conducteur est également dans toute son étendue au même potentiel que la surface, car, s'il en était autrement, la force électrique ne serait pas nulle dans la masse du

conducteur et y produirait une nouvelle électrisation par influence.

Le potentiel d'un conducteur est évidemment, toutes choses égales, proportionnel à sa charge; on appelle *capacité* du conducteur la charge nécessaire pour le porter à un potentiel égal à l'unité. La charge est donc le produit de la capacité par le potentiel.

L'électricité d'un conducteur ne peut être en équilibre que si les masses électriques distribuées sur la surface sont poussées vers l'extérieur; la force du champ définie, comme plus haut, par l'action qui s'exercerait sur une masse positive égale à l'unité, est dirigée vers l'extérieur si l'électricité est positive, et vers l'intérieur si l'électricité est négative. Le potentiel du conducteur dans le premier cas est plus élevé et, dans le second, plus bas que celui du milieu extérieur. Si le conducteur est chargé de masses de signes contraires, comme dans les phénomènes d'influence, le potentiel du milieu extérieur au voisinage de la surface est plus faible ou plus élevé que celui du conducteur, suivant que la région correspondante de la surface est positive ou négative, et la ligne neutre correspond aux points où le potentiel du milieu est le même que celui du conducteur; de même qu'en topographie un plateau situé à mi-côte est plus bas que la montagne à laquelle il est adossé et plus haut que la plaine.

Le sol étant conducteur, son potentiel a partout la même valeur et, en raison des dimensions de la terre, ce potentiel est indépendant de toutes les expériences d'électricité que l'on peut réaliser à sa surface. Comme, d'ailleurs, les phénomènes dans un champ électrique ne dépendent que des différences de potentiel entre les différents corps, on peut admettre que le potentiel est nul sur la Terre et le prendre comme terme de comparaison, de même que les hauteurs en topographie sont comptées à partir du niveau moyen de la mer. D'après cela, le potentiel en un point peut être défini comme étant le travail nécessaire pour amener en ce point une masse d'électricité positive égale à l'unité prise sur le sol.

*Energie électrique.* — Le travail nécessaire pour électriser un conducteur dans des conditions déterminées est la somme des travaux que l'on dépenserait pour y amener depuis la surface du sol, unité par unité, toute la charge qu'il possède. L'opération est comparable à celle qui consisterait à introduire de l'eau dans un vase cylindrique dont le fond serait à la surface du sol; dans ce cas, le travail total est le même que si toute la masse liquide avait été portée à la moitié de la hauteur à laquelle elle s'élève, c'est le produit du poids du liquide par la demi-hauteur. Il en est de même en électricité: le travail d'électrisation est égal à la moitié du produit de la masse par son potentiel, c'est l'énergie qui sera disponible pendant la décharge. Comme la charge est égale au produit du potentiel par la capacité, on peut dire aussi que

l'énergie électrique d'un conducteur est la moitié du produit de la capacité par le carré du potentiel ou du quotient du carré de la charge par la capacité.

Pour un ensemble de conducteurs, et même pour un système quelconque renfermant des corps électrisés conducteurs ou non, l'énergie totale est la moitié de la somme des produits de chaque masse par le potentiel correspondant.

*Condensation.* — La capacité d'un conducteur dépend des conditions dans lesquelles il est placé. Si une sphère électrisée, par exemple, est entourée d'une couche sphérique reliée au sol, son potentiel sera plus faible que si elle était isolée dans un grand espace, car les forces extérieures ne sont que la différence des actions exercées par la sphère et par l'électricité contraire qui l'entoure. Ces forces extérieures seraient même nulles si la couche enveloppante était complètement fermée ; il n'y aurait de force électrique que dans l'intervalle des deux conducteurs, et l'on voit aisément que le travail nécessaire pour porter une masse électrique depuis l'enveloppe jusqu'à la sphère est notablement diminué. Le potentiel de la sphère se trouve donc plus faible que si l'enveloppe n'existait pas, c'est-à-dire que sa capacité sera augmentée. La présence de l'enveloppe permet donc, pour un même potentiel, d'accumuler ou de *condenser* de l'électricité sur la sphère et on donne quelquefois le nom assez barbare de *force condensante* au coefficient par lequel il faudrait multiplier la capacité primitive de la sphère pour obtenir sa capacité nouvelle.

Un condensateur, en général, se compose ainsi d'un conducteur qu'on électrise (*collecteur*), d'un conducteur voisin qui se charge par influence (*condenseur*) et d'un *milieu isolant* interposé entre eux. Les deux conducteurs s'appellent souvent les *armatures* du condensateur. Telles sont, par exemple, les bouteilles de Leyde, dont les armatures sont formées par des lames métalliques collées, l'une sur la surface interne, l'autre sur la surface externe, et dont le verre constitue le milieu isolant.

La capacité d'un condensateur peut être calculée d'après ses dimensions ; pour le cas de surfaces très rapprochées, comme celles des bouteilles de Leyde, la capacité est en raison inverse de la distance des armatures, c'est-à-dire de l'épaisseur du verre. Cette capacité représente la charge nécessaire pour porter l'armature intérieure au potentiel 1, l'armature extérieure étant au sol, ou, plus généralement, pour établir entre les armatures une différence de potentiel égale à l'unité.

*Des diélectriques.* — Les expériences de Cavendish et de Faraday ont montré que la capacité d'un condensateur dépend de la nature du milieu intermédiaire ; elle augmente, par exemple, quand on remplace l'air par

une substance solide, telle que le verre ou la paraffine, comme si les forces étaient devenues plus faibles dans ce nouveau milieu.

Ce résultat, que la théorie ne pouvait faire prévoir dans l'idée généralement adoptée des actions à distance, conduisit Faraday à considérer les corps isolants, ou *diélectriques*, comme jouant un rôle capital dans les phénomènes. Dans cet ordre d'idées, l'électricité d'un conducteur ne serait autre chose qu'une modification mécanique, une tension du milieu diélectrique qui l'entoure; les forces qui s'exercent sur les conducteurs seraient produites par les réactions élastiques du milieu; la décharge électrique serait le retour de ce milieu à l'état naturel. On abandonnerait ainsi la notion même de la force à distance et, comme la déformation du milieu qui transmet l'action d'un corps à un autre ne peut être instantanée, les forces elles-mêmes exigeraient un temps pour se propager à distance. On voit combien cette conception serait éloignée de celle à laquelle conduit l'idée des fluides.

*Des batteries.* — Quoi qu'il en soit, si l'on ne quitte pas le point de vue expérimental, il suffira de tenir compte de ce fait que la capacité d'un condensateur dépend de sa forme, de ses dimensions et de la nature du diélectrique qui le constitue.

Une *batterie* est un ensemble de bouteilles de Leyde dont les armatures ont entre elles des connexions méthodiques. Si toutes les armatures intérieures sont réunies métalliquement, et toutes les armatures extérieures réunies de même, la batterie équivaut à une bouteille unique dont la capacité est la somme des capacités de toutes les bouteilles séparées. On dit alors que les bouteilles sont réunies *en surface*.

On peut, au contraire, isoler toutes les bouteilles, joindre l'armature extérieure de la première avec l'armature intérieure de la seconde, l'armature extérieure de celle-ci avec l'armature intérieure de la suivante, et ainsi de suite. L'armature extérieure de la dernière étant au sol, si on charge d'électricité positive l'armature intérieure de la première, tous les conducteurs intermédiaires s'électrisent par influence, négativement sur la partie qui constitue l'armature externe de la bouteille précédente et positivement sur celle qui forme l'armature interne de la suivante. Dans ce cas, la chute totale de potentiel d'un bout à l'autre de la batterie se fait par échelons d'une armature à l'autre de chaque bouteille; si les bouteilles sont identiques, la capacité de la batterie, c'est-à-dire la charge qui établit une différence de potentiel égale à l'unité entre les armatures extrêmes, est en raison inverse de leur nombre. La batterie est dite réunie *en cascade*.

Il semble que cette disposition fait perdre le bénéfice de la batterie, puisque la capacité est diminuée, mais le rôle des cascades est en réalité tout autre. Lorsque la différence de potentiel des deux armatures *d'une bouteille* est trop grande, la décharge se fait souvent d'elle-même

par une étincelle le long de la surface ou à travers le verre. La disposition en cascade permettra d'opérer avec des potentiels trop différents pour que chacune des bouteilles puisse les supporter isolément. Si la batterie comprend par exemple dix bouteilles, la différence de potentiel des armatures de chacune d'elles n'atteindra que la dixième partie de la différence totale. Cette propriété est utilisée, en particulier, dans plusieurs machines électriques.

*Décharges.* — Lorsqu'on décharge un corps électrisé, qu'on établit par exemple une communication entre les armatures d'une batterie, on peut concevoir qu'un flux d'électricité s'écoule par le conducteur intermédiaire depuis l'armature positive (au potentiel le plus élevé) jusqu'à l'autre armature et qu'il se produit, dans le sens indiqué, un véritable courant dont la durée est plus ou moins grande suivant la nature de l'arc qui réunit les armatures.

Cette décharge dépense l'énergie disponible du système électrisé. On pourrait d'abord l'utiliser pour faire marcher un moteur convenablement construit et la transformer ainsi directement en travail mécanique.

Habituellement la décharge donne lieu à un trait de feu, une *étincelle* qui constitue le phénomène principal, mais elle peut produire des effets très variés.

Si l'arc est formé d'un fil métallique très long et très fin, l'étincelle devient très faible et la plus grande partie de l'énergie est employée à élever la température du fil. Cet échauffement peut même servir de mesure à l'énergie électrique (*thermomètre de Riess*).

Un fil plus court ou une lame mince pourront être échauffés au point de rougir, de fondre ou de se volatiliser (*expériences diverses sur la fusion des métaux*, *portrait de Franklin*, etc.), et si la volatilisation a lieu dans un liquide, l'expansion brusque de la vapeur produit des effets de rupture très violents (*torpille électrique*).

Quand on met sur le trajet de l'arc conducteur un diélectrique solide, et que la décharge le traverse, une partie de l'énergie est employée à l'opération mécanique que subit ce corps intermédiaire (*perce-carte*; *perce-verre*, etc.). Si l'arc est formé de tiges de métal d'un gros diamètre, la décharge a lieu dans l'air à distance et donne une étincelle qui absorbe la presque totalité de l'énergie. L'examen de la lumière au spectroscope montre des raies qui appartiennent au gaz ambiant et aux métaux entre lesquels a lieu la décharge. Il y a donc des parcelles métalliques arrachées aux conducteurs, et qui sont portées avec le gaz ambiant à une température très élevée.

La longueur de l'étincelle, c'est-à-dire la distance explosive, croît avec la différence de potentiel des armatures; elle est proportionnelle entre certaines limites à cette différence de potentiel et peut servir à la

mesurer, au moins en valeurs relatives (*excitateur à décharges*, *bouteille de Lane électro-métrique*, etc.)

En diminuant la résistance du gaz par de faibles pressions, on peut augmenter dans de grandes proportions la distance explosive. Les raies des conducteurs disparaissent alors de l'étincelle et le gaz ambiant intervient seul. En même temps la lumière prend les formes les plus variées (tubes de Geissler, *stratifications*, *nappes de feu*, *effluves électriques* etc.), et donne lieu à un grand nombre d'expériences.

Quand l'étincelle se produit dans un mélange de gaz détonants, elle en provoque la combinaison (*pistolet de Volta*, *eudiomètres*).

Si le courant de décharge traverse lentement un liquide décomposable, comme l'eau ou le sulfate de cuivre, les éléments sont séparés comme ils le seraient par une pile de Volta, et subissent le phénomène de l'électrolyse. Enfin, il peut se produire dans les gaz eux-mêmes les réactions chimiques les plus curieuses, comme combinaisons ou décompositions lentes (*ammoniaque*, *acide carbonique*, *ozone*, *acétylène*, etc.).

Les effets physiologiques des décharges sont aussi en relation directe avec l'énergie dépensée à chaque excitation, mais cette question doit être examinée à part.

*Des mesures électriques.* — La mesure des quantités électriques se ramène à la détermination des potentiels; sans entrer ici dans aucun détail sur les méthodes employées, il nous suffira d'en indiquer le principe.

D'après la loi de Coulomb, on voit aisément que le potentiel d'une masse électrique $m$ à la distance $r$ est égal au quotient de la masse par la distance; c'est, en effet, le travail qu'il faudrait dépenser pour amener de l'infini jusqu'à cette distance $r$ une masse positive égale à l'unité. Le potentiel en un point d'un système quelconque de corps électrisé est égal à la somme des potentiels de chacune des masses qui le constituent; il est donc égal à la somme des quotients de chaque masse par sa distance à ce point.

Pour une sphère conductrice en équilibre et soustraite à l'action de tout corps étranger, le potentiel à l'intérieur étant constant a partout la même valeur qu'au centre, il est donc égal au quotient de la masse totale par le rayon. Il en résulte que la capacité électrique d'une sphère est représentée par son rayon.

Imaginons que, dans un appareil analogue à la balance de Coulomb, on dispose deux boules conductrices égales, reliées entre elles par un fil de métal très fin dont on pourra négliger l'influence. Ces boules seront au même potentiel et auront la même charge. Si elles sont suffisamment éloignées, à une distance de quatre ou cinq fois leur diamètre, l'action réciproque est la même que si les masses de chacune d'elles étaient respectivement concentrées aux centres. En mesurant

par la torsion d'un fil la répulsion des boules et multipliant cette force par le carré de la distance des centres, on aura le produit des deux masses électriques, c'est-à-dire le carré de l'une d'elles. Le quotient de l'une de ces masses par le rayon de la boule donnera le potentiel. On peut donc graduer une balance de Coulomb et construire une table qui donne le potentiel des boules en fonction de leur distance et de la torsion du fil qui supporte la boule mobile ; on aura ainsi un *électromètre absolu*. En mettant ce système de deux boules en communication avec un conducteur quelconque, on pourra ainsi déterminer le potentiel du conducteur.

Un *électromètre* est un appareil qui permet de déterminer le potentiel d'un conducteur, ou, plus généralement, la différence des potentiels de deux conducteurs différents. Les électromètres employés dans la science se présentent sous les formes les plus variées, et quelques-uns sont construits sur un principe qui permet de les graduer directement, mais on peut toujours imaginer qu'on les a gradués par comparaison avec une balance de Coulomb.

Les capacités électriques pourront être déterminées de la même manière, car il suffit de mesurer la charge électrique d'un conducteur et son potentiel pour avoir la capacité par le rapport de ces deux quantités. Toutefois, il est plus commode dans la pratique de déterminer les capacités en les comparant avec celle d'un corps que l'on connaît, avec celle d'une sphère, par exemple, dont la capacité est représentée par le rayon.

Cette comparaison se fait par une méthode analogue à celle des mélanges pour la détermination des chaleurs spécifiques. Un conducteur dont la capacité $C$ est inconnue étant électrisé, on détermine son potentiel $V$ ; on le met ensuite en communication par un fil fin et long avec une sphère de rayon $R$ primitivement à l'état neutre et on détermine le nouveau potentiel $V'$. Comme la masse électrique n'a pas changé, le rapport des deux potentiels $V$ et $V'$ est égal au rapport inverse des capacités correspondantes $C$ et $C+R$, ce qui fera connaître la valeur de $C$. Toutefois l'expérience est en réalité un peu moins simple, parce qu'il fait éliminer la capacité de l'électromètre qui intervient dans les opérations et les pertes d'électricité inévitables, comme on élimine dans les expériences calorimétriques l'influence du vase, des thermomètres, ainsi que la perte de chaleur par refroidissement.

L'énergie électrique d'un conducteur ou d'un système de conducteur se détermine également par la capacité et le potentiel de chacun d'eux.

On voit ainsi que toutes les grandeurs qui interviennent dans les phénomènes d'électricité sont directement abordables par l'expérience.

*Des sources d'électricité.* — Nous ne nous sommes pas préoccupés jusqu'à présent des méthodes que l'on peut employer pour produire

l'électrisation et nous avons supposé que l'origine de toutes les opérations était le frottement de deux corps.

En réalité, l'électrisation par frottement n'est qu'un cas particulier d'un fait plus général découvert par Volta. Il suffit de mettre en contact deux corps de natures différentes pour qu'il s'établisse entre eux une différence de potentiel déterminée, comme entre les armatures d'un condensateur électrisé, l'un de ces corps devenant positif et l'autre négatif, en sorte que, si l'on vient à les séparer, ils se trouvent chargés de quantités égales d'électricités contraires. L'électricité de contact est le principe des piles électriques. La charge produite dans le contact dépend de la capacité du système formé par les deux corps; elle sera d'autant plus grande que les surfaces des corps seront rapprochées par un plus grand nombre de points. Le frottement n'est qu'un moyen de multiplier les points de contact, et, si l'un des corps est mauvais conducteur, on y trouve encore cet avantage que l'électricité, une fois produite, reste localisée aux points où le frottement s'est exercé.

Au lieu de recourir au frottement ou au contact, comme sources d'électricité, on peut utiliser le phénomène de l'influence. Un corps étant électrisé, on en approche un conducteur en communication avec le sol; ce conducteur se charge d'électricité de signe contraire; on supprime la communication du sol et on enlève le conducteur qui reste alors électrisé. On peut répéter l'opération, de sorte qu'avec une même quantité d'électricité primitive on en produira une quantité indéfinie. Tel est le cas de l'*électrophore*.

*Machines électriques*. — Les machines électriques ont pour but d'accumuler sur un conducteur toute l'électricité produite par une série d'opérations successives de frottement ou d'influence. D'un point de vue général, on peut dire que toute machine comprend trois organes:

1° Un *producteur* d'électricité;

2° Un *transmetteur* qui la porte au point où l'on veut l'accumuler;

3° Un *collecteur* qui la reçoit.

Si le transmetteur était en métal, il suffirait de ménager une cavité dans le collecteur et de porter le transmetteur dans cette cavité à chaque opération. Le transmetteur y perdrait au contact toute son électricité et se retirerait à l'état neutre.

Habituellement, le transmetteur est un corps isolant, du verre ou de l'ebonite, qui n'abandonnerait pas son électricité par un simple contact avec un conducteur. On profite alors du pouvoir des pointes en introduisant le transmetteur électrisé dans l'intérieur d'une mâchoire munie de pointes, ces pointes font l'office d'une communication conductrice et le ramènent à l'état neutre.

Dans les anciennes machines à frottement (*machines de Ramsden, de Nairne, etc.*), le producteur d'électricité est formé par deux coussins, ou

deux paires de coussins, entre lesquels tourne un plateau ou un cylindre de verre; le transmetteur est la pièce de verre dont les différentes parties viennent successivement en face des dents d'un peigne après avoir passé sous les coussins; le collecteur se compose habituellement de longs cylindres de métal portés par des pieds en verre.

Les machines à frottement sont quelquefois disposées de façon que le frotteur reste isolé et soit aussi relié à un collecteur auquel il communique l'électricité qu'il a prise dans le frottement. Le jeu est alors double, les deux collecteurs se chargeant d'électricités contraires. C'est la forme habituellement adoptée pour la machine de Nairne.

Les machines à réaction, si employées aujourd'hui, dont la machine de Holtz est la forme la plus répandue et dont l'appareil à écoulement de sir W. Thomson est la solution pour ainsi dire théorique, reposent sur un principe un peu différent. L'électrisation du plateau transmetteur a lieu, non par frottement, mais par influence.

L'appareil entier est à double jeu et comprend deux inducteurs, deux transmetteurs et deux collecteurs; on utilise ainsi la charge acquise par l'un des collecteurs pour augmenter l'électrisation de l'inducteur qui correspond à l'autre, de sorte que, par cette double réaction, la différence de potentiel des deux collecteurs augmente très rapidement. Ces machines ne peuvent en général s'amorcer d'elles-mêmes et il faut provoquer la mise en train par un corps électrisé étranger; dans plusieurs machines cependant, il suffit que l'équilibre ait été troublé, quelquefois d'une quantité infiniment petite, par exemple par le contact de métaux différents, pour que l'électricité aille en croissant jusqu'à ce que les pertes par l'air et les supports rétablissent l'équilibre. Les détails de construction des différents types de machines qui rentrent dans cette catégorie sont trop variés pour qu'il soit possible d'en donner une brève description (*machines de Tœpler, de Holtz, de Replenisher, de Thomson*, etc.).

Si l'on met à part les frottements qu'entraîne le mouvement d'un mécanisme quelconque, le jeu d'une machine électrique exige nécessairement un travail continu; c'est le travail nécessaire pour porter le transmetteur depuis le producteur jusqu'au collecteur, malgré les actions électriques qui tendraient à le faire marcher en sens contraire. C'est à ce travail qu'est due l'énergie électrique disponible. Dans la machine à écoulement de sir W. Thomson, l'énergie électrique est empruntée au travail de la pesanteur sur les gouttes qui tombent, car leur mouvement est ralenti et elles arrivent dans le collecteur avec une vitesse moindre que s'il n'y avait pas d'électrisation.

Dans les machines à frottement, le *débit* d'électricité produite pendant l'unité de temps est proportionnel à la surface frottée par les coussins, c'est-à-dire à la vitesse de rotation. Il en est de même pour les ma-

chines à réaction lorsqu'elles sont parvenues à un régime régulier et que les potentiels sont constants sur les inducteurs ainsi que sur les collecteurs.

Comme l'énergie d'un corps électrisé peut être transformée par la décharge en un travail quelconque, on voit qu'en dernière analyse tous les phénomènes électriques peuvent être considérés comme un mécanisme dont on ignore la nature intime, mais qui a pour résultat d'effectuer une transformation de travail.

*Électricité atmosphérique.* — Les éclairs, le tonnerre et les effets produits par la foudre présentent de telles analogies avec les décharges électriques, que l'idée de rapprocher les deux ordres de phénomènes et de les rapporter à la même cause s'est présentée depuis longtemps à la plupart des électriciens; mais elle était restée à l'état de simple conjecture jusqu'en 1749, où Franklin indiqua comment on pouvait *soutirer* directement l'électricité des nuages en utilisant le pouvoir des pointes, et l'expérience fut faite en France pour la première fois par Dalibard à Marly. En même temps, l'illustre physicien de Philadelphie montra les services que cette expérience pouvait rendre à l'humanité en préservant de la foudre les maisons, les vaisseaux et les édifices publics; on sait avec quel empressement la mémorable découverte du paratonnerre a été appliquée dans tous les pays civilisés.

Mais, en dehors de la foudre et des nuages orageux qui sont des effets accidentels, il était à présumer que l'atmosphère devait être le siège continuel de phénomènes électriques moins intenses. Dès 1752, en effet, Lemonnier découvrit qu'une tige verticale isolée et placée à l'air libre s'électrise presque toujours par un ciel pur, au point même de donner des étincelles quand on en approche la main. L'atmosphère qui nous entoure est donc un champ électrique et l'expérience montre qu'en temps ordinaire le potentiel en un point dans l'air augmente à mesure qu'on s'élève.

Pour déterminer le potentiel de l'air, on utilise les effets d'influence. Imaginons qu'un conducteur cylindrique, primitivement à l'état neutre, soit placé verticalement dans l'air et isolé, la partie supérieure du conducteur deviendra négative, la partie inférieure positive, et son potentiel sera le même que celui de l'air au voisinage de la région moyenne où se trouve la ligne neutre. Si l'isolement électrique du conducteur par les supports qui le soutiennent et par l'air ambiant restait absolu, le potentiel du conducteur donnerait à chaque instant le potentiel de l'air en un point déterminé; mais, à cause des pertes continuelles, la position de la ligne neutre variera incessamment et on n'obtiendra par cette méthode que des résultats très irréguliers.

Supposons, au contraire, que l'on dispose à l'extrémité du conducteur *une pointe* infiniment aiguë, ou une mèche allumée qui laisse échapper

des gaz chauds, ou un appareil d'écoulement qui verse de l'eau d'une manière continue. Cette extrémité sera toujours maintenue à l'état neutre, parce que l'électricité qui pourrait s'y produire s'échappe par la pointe aiguë, ou par les gaz, ou par les gouttes de liquide; et le potentiel du conducteur, si l'isolement n'est pas trop imparfait, sera toujours le même que celui de l'air dans le voisinage des points où se fait l'écoulement électrique. Ce potentiel pourra être observé par un électromètre quelconque et inscrit sur un enregistreur.

Sans connaître le siège de cette électricité naturelle, on peut se faire une idée générale des phénomènes. Si l'on imagine que la terre soit dans l'état moyen indiqué par l'ensemble des observations, la surface entière sera partout à un potentiel inférieur à celui de l'air. Les points où le potentiel a une valeur positive très faible formeront dans l'air une surface enveloppant la terre, dont elle suivra les reliefs d'une manière imparfaite : à une petite distance du sommet des montagnes, de la crête des arbres, du toit des maisons et de tous les objets élevés; à une distance plus grande de la plaine, de la surface des mers, du fond des vallées, du sol des rues étroites, etc. La surface entière sera couverte d'électricité négative ; sur une étendue assez grande la quantité totale d'électricité sera sensiblement la même que sur une nappe liquide limitée au même contour, mais la distribution de cette électricité sera très inégale; la densité sera plus grande sur les parties proéminentes et les surfaces convexes, plus faible sur les parties abritées et concaves, nulle dans l'intérieur d'une cavité, sous le couvert des bois, sur les parois d'un appartement.

Quant aux surfaces de niveau, dont les premières traduiront ainsi assez fidèlement la topographie du sol, elles deviendront de plus en plus régulières à mesure qu'elles s'éloigneront et correspondront à des potentiels plus élevés; à une grande hauteur, ces surfaces seront sphériques et concentriques à la surface générale du globe.

Toutefois cet état moyen n'est jamais réalisé : le potentiel de l'air en un point varie d'une manière continue et devient souvent négatif, surtout par les temps couverts. A un même instant, la terre est donc entourée d'un milieu dont le potentiel est tantôt plus élevé tantôt moindre que celui du sol; la surface du sol est électrisée partout, négativement sur certaines régions, et ce sont les plus étendues, positivement sur d'autres, ces différentes régions étant seulement séparées par des lignes neutres où la densité est nulle.

L'état électrique de l'air éprouve d'ailleurs des changements rapides. La marche moyenne du phénomène montre que le potentiel est maximum pendant la nuit, minimum dans la journée, et qu'il reste généralement positif. Dans les temps couverts, pluvieux, et surtout à l'approche des orages, le potentiel éprouve des variations très brusques

et oscille entre des limites très étendues. Les plantes et les animaux subissent donc une influence électrique continuelle et, quoiqu'on n'ait sur ce point que des renseignements très incomplets, il est à présumer que l'électricité atmosphérique joue un rôle important dans les phénomènes de la vie à la surface du sol.

MASCART.

# PILES ÉLECTRIQUES

## I

### Piles hydro-électriques.

#### 1° *Piles simples.*

La *pile* telle que Volta l'a imaginée en 1800 est formée d'une série de disques de cuivre et de zinc *empilés* alternativement l'un au-dessus de l'autre, chaque couple de deux disques étant séparé par une rondelle de drap imbibée d'eau salée ou acidulée par l'acide sulfurique. Les extrémités de la pile portent le nom de *pôles*. Lorsqu'on réunit ceux-ci par une chaîne continue de corps conducteurs, ces corps sont parcourus par un flux d'électricité que l'on appelle *courant électrique*.

Volta ne tarda pas à s'apercevoir de divers inconvénients que présente la superposition de disques métalliques et de rondelles humides, et il construisit la *pile à couronne de tasses* qui est formée de *tasses* placées les unes à la suite des autres renfermant de l'eau acidulée; dans chacune plongent une lame de zinc et une lame de cuivre. Volta réunissait par une soudure la lame de zinc à la lame de cuivre plongeant dans la tasse suivante; il pensait que le dégagement d'électricité était dû au contact des métaux différents. On a reconnu depuis que la cause qui entretient la manifestation continue d'électricité dans cet appareil, est l'action chimique inégale qui s'exerce sur les deux métaux plongés dans la même tasse. Dans la pile de Volta, le zinc s'use et la quantité d'électricité recueillie est proportionnelle à la quantité de métal dissous (voir Électro-chimie). On donne aujourd'hui le nom de *couple* ou d'*élément* à l'ensemble des deux lames séparées plongeant dans la même tasse, et l'on a conservé à l'appareil le nom de *pile* qui rappelle sa forme primitive. Chacune des lames porte le nom d'*électrode*. Pour réunir entre eux les couples on se sert de fils ou de pinces métalliques.

Lorsque des lames de deux métaux inégalement attaquables par un liquide plongent dans celui-ci, le métal le plus attaqué manifeste un

état électrique *négatif*, l'autre un état électrique *positif*. Dans le couple de Volta le zinc est le *pôle négatif* à l'extérieur, et le cuivre, le *pôle positif*. On est convenu de donner un sens au courant électrique et d'admettre qu'il marche, à l'extérieur de la pile, *du pôle positif au pôle négatif*.

L'intensité du courant électrique fourni par un couple dépend de deux ordres de grandeurs distinctes : l'une qui porte le nom de *force électro-motrice*, et qui est intimement liée à l'affinité chimique des substances en présence dont la réaction est accompagnée du dégagement d'électricité, l'autre qui correspond à la plus ou moins grande facilité avec laquelle l'électricité circule au travers des divers corps conducteurs, qui offrent au passage du courant une *résistance* variable avec leur nature, leur longueur, leur section et leur température. L'intensité du courant est proportionnelle à la force électro-motrice, et en raison inverse de la résistance totale du circuit (Ohm).

Lorsqu'on emploie plusieurs couples, ceux-ci, comme dans la disposition de Volta, peuvent être ajoutés bout à bout, le pôle positif de l'un communiquant avec le pôle négatif de l'autre. Les forces électro-motrices s'ajoutent, la pile est dite montée en *tension*. Mais on doit observer que chaque couple présentant une résistance propre, l'intensité du courant fourni par la pile ne croît pas proportionnellement au nombre des couples intercalés dans le circuit. La connaissance des forces électro-motrices et de toutes les résistances du circuit permet de discuter, dans chaque cas, le mode de groupement le plus avantageux. On est alors conduit à associer des couples ou des séries de couples en réunissant les pôles de même nom : deux couples ainsi réunis se comportent comme un seul dans lequel les lames métalliques auraient une surface double, ou dont la résistance intérieure serait moitié moindre; ils sont dits montés en *surface* ou en *quantité*.

Immédiatement après la découverte de Volta, on a cherché à donner à sa pile des formes plus pratiques; on a notamment remplacé les tasses par de petites auges formées par des lames métalliques de zinc et de cuivre de forme quadrangulaire, mastiquées parallèlement entre elles entre des montants de bois; on la chargeait aisément en remplissant ces espaces avec le liquide conducteur actif. Ces piles sont les *piles à auges*.

Nous mentionnerons encore le perfectionnement dû à Wollaston, qui permet d'augmenter la surface de la lame de cuivre par rapport à la lame de zinc, et de diminuer ainsi la résistance de chaque couple; la lame de cuivre est repliée autour de la lame de zinc, qu'elle enveloppe sans la toucher. Quant aux modifications apportées par MM. Muncke et Faraday, elles consistent à disposer les couples à peu près comme le faisait Wollaston, mais en les resserrant dans un espace plus restreint, et à plonger toute la pile dans un même bain liquide.

Aujourd'hui, pour les raisons que nous développerons ci-après, on ne se sert que très rarement de ces piles qui portent le nom de *piles simples*.

Sous l'influence des idées qui attribuent au contact métallique seul le développement de l'électricité, on avait construit des piles sans liquide, appelées improprement *piles sèches*. L'un de ces appareils, dû à Zamboni, est formé de la manière suivante : sur les deux faces d'un petit disque de papier légèrement humide on colle d'un côté une feuille d'étain, et de l'autre on fait adhérer une couche de bioxyde de manganèse en poudre, puis l'on superpose les disques comme dans la pile de Volta. On forme ainsi des piles de plusieurs milliers d'éléments, mais elles ne fournissent qu'une quantité d'électricité très faible parce que l'usure ou l'action chimique est elle-même très faible. On peut s'en servir utilement dans certains appareils pour obtenir une charge électrique en circuit ouvert, mais on a reconnu que la pile s'affaiblissait graduellement et qu'elle cessait de fonctionner lorsque les disques de papier étaient entièrement desséchés.

## 2° *Piles composées.*

Le courant électrique fourni par une pile de Volta s'affaiblit très rapidement; cet inconvénient a entravé longtemps les applications de la pile; en laissant les pôles isolés, elle reprend peu à peu son activité première.

A. C. Becquerel a reconnu la cause de l'affaiblissement du courant dans la pile; en annulant cette cause perturbatrice il construisit les premières *piles à courant constant*, en 1829, et donna les principes sur lesquels repose la construction de tous les couples employés aujourd'hui. « La pile porte avec elle la cause des diminutions qu'éprouve le courant électrique, car, dès l'instant qu'elle fonctionne, il s'opère des décompositions et des transports de substances qui polarisent les plaques de manière à produire un courant en sens inverse du premier. L'art consiste à dissoudre ces dépôts à mesure qu'ils se forment, avec des liquides convenablement placés. »

Dans la pile de Volta les dépôts sont dus à la décomposition de l'eau cidulée et du sulfate de zinc dissous : l'eau est décomposée en hydrogène qui se porte sur le cuivre, et en oxygène qui oxyde le zinc; le sulfate de zinc se décompose en zinc qui se porte sur le cuivre, et en acide sulfurique, lequel avec l'oxyde de zinc donne du sulfate de zinc qui se dissout. Ainsi le zinc disparaît peu à peu et le cuivre se couvre d'hydrogène; c'est le dépôt d'hydrogène qui est la principale cause de l'affaiblissement du courant. Pour l'éviter, on divise le vase qui contient le liquide en deux compartiments séparés par une cloison perméable,

dans l'un on met de l'eau acidulée ou salée et une lame de zinc; dans l'autre une lame de cuivre et une solution de nitrate ou de sulfate de cuivre. Le sel est décomposé par l'hydrogène naissant, donne de l'acide qui se combine au zinc transporté et il se forme sur la lame de cuivre un dépôt de cuivre réduit. Cette disposition constitue la *pile à sulfate de cuivre* (Becquerel, 1829), une des plus constantes que l'on possède.

Cette pile, telle qu'elle fut construite à l'origine, était formée d'une lame de zinc plongeant dans une dissolution saturée de sulfate de zinc, et d'une lame de cuivre plongeant dans une dissolution saturée de sulfate de cuivre, les deux liquides étant séparés par une cloison perméable plane en baudruche ou par un diaphragme en kaolin. C'est encore l'élément qui sert de type aujourd'hui. Il faut avoir soin d'entretenir la concentration de la dissolution de sulfate de cuivre. Les sulfates peuvent être remplacés par les nitrates des mêmes métaux. On a donné à cet élément des formes très nombreuses en se servant de cloisons perméables diverses et même en les supprimant totalement, les deux liquides étant alors superposés par ordre de densité.

D'après ces principes on construit des piles avec d'autres métaux et d'autres liquides, et l'on peut même utiliser exclusivement la réaction de deux liquides en recueillant l'électricité au moyen de conducteurs inaltérables. Comme exemple nous citerons la réaction de l'acide azotique sur une solution concentrée de potasse, au travers d'une cloison perméable formée par du kaolin humide ou un vase poreux ordinaire. Des lames inaltérables en platine ou en charbon plongent dans les liquides et servent de conducteurs. L'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau se porte sur l'acide qu'il réduit, et l'oxygène se dégage sur la lame qui plonge dans la potasse. Cette disposition constitue la *pile à oxygène*.

M. Grove, en associant au zinc et à l'eau acidulée de l'acide azotique et du platine, a formé un couple à deux liquides très énergique (1839); il avait essayé de substituer le graphite au platine. M. Bunsen a réalisé l'emploi du charbon. A l'action de l'eau acidulée sur le zinc s'ajoute l'action de l'acide azotique sur l'eau et le sulfate de zinc, laquelle donne au couple une force électro-motrice assez grande, qui en a répandu l'usage. Mais cette pile est moins constante que la pile à sulfate de cuivre, et l'acide hypoazotique qui se dégage au pôle positif en rend l'emploi continu difficile en dehors des laboratoires ou des locaux spéciaux disposés à cet effet.

On a vu plus haut que la quantité d'électricité dégagée était proportionnelle à la quantité de zinc dissous dans les diverses piles que nous venons de décrire. Il y a donc grand intérêt à ce que ce métal ne soit pas attaqué lorsque le circuit n'est pas fermé. Le zinc du commerce *plongé dans* l'eau s'altère rapidement, mais le même inconvénient

n'existe plus lorsque la surface du zinc a été enduite de mercure, c'est-à-dire amalgamée ; l'usure du zinc est alors très faible quand le circuit est ouvert. La force électro-motrice du zinc amalgamé est même très légèrement supérieure à celle du zinc pur, aussi dans tous les couples aujourd'hui en usage emploie-t-on presque exclusivement le zinc amalgamé.

Dans la construction des couples à courant constant, pour *dépolariser le pôle positif*, c'est-à-dire absorber l'hydrogène, on peut faire usage d'un grand nombre de substances liquides ou solides. Nous avons déjà cité diverses dissolutions de sels métalliques et l'acide azotique ; nous ajouterons encore l'acide chromique, divers peroxydes tels que ceux de manganèse et de plomb, les sulfates de plomb, de mercure, de cadmium, les chlorures d'argent, de mercure, etc., soit à l'état de dissolution, soit solides et plus ou moins agglomérés par la pression, et en général toutes les substances qui peuvent être réduites par l'hydrogène naissant. Un grand nombre de couples aujourd'hui répandus dans l'industrie ont été construits d'après ces principes.

### 3° *Piles secondaires.*

Les *effets secondaires* sont la manifestation des courants inverses dus à la *polarisation des électrodes*. Les premiers effets secondaires ont été observés par Gautherot en 1801. En 1803, Ritter, après avoir fait traverser par un courant électrique une pile de pièces d'or séparées par des rondelles imbibées d'eau salée, reconnut qu'en réunissant les extrémités de cette pile on obtenait un courant de courte durée en sens inverse de celui qui l'avait chargée. On a vu plus haut comment ce courant s'opposait à la constance du dégagement de l'électricité dans la pile de Volta, et comment il était annulé dans les piles à deux liquides.

On peut du reste prouver directement que des lames métalliques recouvertes de gaz différents donnent lieu à un courant électrique ; on prend deux lames de platine ayant séjourné quelques instants : l'une dans l'oxygène, l'autre dans l'hydrogène ; en plongeant celles-ci dans l'eau acidulée, on constate la production d'un courant électrique (Matteucci).

M. Grove a montré que l'on avait un courant électrique continu en faisant communiquer deux lames de platine renfermées dans des éprouvettes renversées sur l'eau acidulée et contenant l'une de l'oxygène, l'autre de l'hydrogène ; les lames doivent plonger en partie dans le liquide. Cette *pile à gaz* est un appareil des plus intéressants ; on peut associer plusieurs couples et les employer à décomposer l'eau ; on observe alors qu'il disparaît, dans les éprouvettes de chaque couple, les proportions de gaz qui correspondent à la formation de l'eau, et l'on réalise ainsi à la fois l'analyse et la synthèse de ce corps.

Le problème de l'utilisation des courants secondaires a été très heureusement résolu par M. G. Planté qui s'est servi d'un appareil formé de deux lames de plomb immergées dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Si l'on fait communiquer ces lames avec une pile de quelques couples, celle qui communique avec le pôle négatif se couvre d'hydrogène, l'autre s'oxyde et se couvre d'un dépôt de peroxyde de plomb.

Si l'on vient à supprimer la pile et à réunir les deux lames de plomb ainsi *polarisées*, on observe un courant énergique qui dure quelque temps suivant la plus ou moins grande résistance du circuit qui lui est offert. La force électro-motrice inverse de ce couple est près de deux fois et demie celle d'un couple à sulfate de cuivre, de sorte que, pour le charger, il faut trois éléments à sulfate de cuivre ou deux éléments à acide azotique, associés en tension.

L'usage de ce couple ne semblerait donc offrir aucun avantage si M. Planté n'avait imaginé la disposition suivante qui permet de charger facilement un très grand nombre d'éléments secondaires; on fait communiquer ensemble toutes les lames de même nom des divers couples; la pile est groupée en *quantité*. Elle se comporte comme un seul couple dont la surface serait égale à la somme des surfaces de tous les couples, et se charge au moyen de trois éléments à sulfate de cuivre. Puis, lorsqu'on veut utiliser la batterie, au moyen d'un commutateur, on réunit chaque lame à la lame de nom contraire du couple suivant; les couples sont alors montés en *tension*, et les forces électro-motrices s'ajoutent; les effets obtenus dépendent du nombre des éléments de la batterie.

Avec la quantité d'électricité fournie pendant un temps plus ou moins long par trois couples à sulfate de cuivre, on peut, en dépensant rapidement cette quantité ainsi accumulée dans une batterie secondaire, produire des effets de tension très remarquables.

La quantité que l'on peut accumuler dépend de la *surface* de chaque couple et de l'état physique du plomb. M. Planté a remarqué que par l'usage le plomb plusieurs fois oxydé et réduit se couvre d'une masse poreuse et qui peut se transformer presque totalement en peroxyde de plomb. L'épaisseur de cette couche augmente continuellement au détriment du plomb compacte, et permet d'accumuler dans chaque couple plus de peroxyde de plomb, c'est-à-dire d'électricité, que lorsque ceux-ci sont nouvellement formés.

La transformation que l'on réalise est analogue à celle qui consisterait à fournir à une machine 100 calories, par exemple en élevant 100 kilogrammes d'eau de 0° à 1°, puis à reprendre, s'il était possible, cette même quantité de chaleur sous forme de 1 kilogramme d'eau à la température de 100°.

Ces appareils qui emmagasinent l'électricité peuvent donner lieu aux applications les plus diverses.

## II

### Piles thermo-électriques.

Seebeck en 1821 observa que si l'on soudait à un barreau de bismuth une lame de cuivre convenablement recourbée de façon à former un circuit fermé, il suffisait de chauffer l'une des soudures pour donner naissance à un courant électrique dans le circuit. En refroidissant la soudure, le courant électrique était inverse. Si l'on répète la même expérience avec divers métaux entre les mêmes limites de température, on obtient des courants d'intensité différente, qui correspondent à des pouvoirs thermo-électriques différents. Les lois de ces phénomènes ont été établies en 1823 par A.-C. Becquerel qui a reconnu également l'existence de courants thermo-électriques entre deux portions d'un même métal homogène, à des températures différentes. Les phénomènes thermo-électriques se manifestent encore au contact des liquides et des solides et des liquides entre eux. Les forces électro-motrices ainsi mises en jeu sont notablement plus faibles que celles des couples hydro-électriques.

Lorsque l'on dispose à la suite les uns des autres des barreaux de bismuth et d'antimoine, ou de bismuth et de cuivre, si l'on chauffe les jonctions paires, les forces électro-motrices s'ajoutent. On peut même disposer les jonctions de manière à réunir sur une même face toutes celles qui doivent recevoir l'action de la chaleur, et former ainsi une pile thermo-électrique. Les premières piles de ce genre ont été construites par Œrsted et Fourier; Nobili et Melloni les ont perfectionnées et les ont appliquées à l'étude du rayonnement de la chaleur.

Parmi les métaux purs, le bismuth et l'antimoine donnent des effets énergiques. En chauffant la jonction de ces deux métaux le courant va du bismuth à l'antimoine à travers la soudure chaude, c'est-à-dire que pour le circuit extérieur l'antimoine se comporte comme positif, et le bismuth comme négatif. Le sulfure de cuivre fondu est encore plus positif que l'antimoine; une pile de trente éléments de ce corps associé au maillechort décompose l'eau, quand les différences de température entre les extrémités sont de 250 à 300°. En général l'intensité du courant est d'autant plus grande que la différence des températures de deux jonctions est plus considérable.

On a utilisé dans l'industrie divers alliages, pour former des piles fournissant une certaine quantité d'électricité, notamment un alliage d'antimoine et de zinc qui ne fond qu'à la température rouge et que l'on associe au fer.

Pour les piles très sensibles qui ne doivent pas être portées à une température élevée, on fait usage d'un alliage d'antimoine et de cadmium à équivalents égaux, le plus positif de tous, et d'un alliage de bismuth et d'antimoine plus négatif que le bismuth (Bi=10 Sb=1.) En associant ces deux alliages on a une force électro-motrice qui est plus de cinq fois celle des métaux purs. (Ed. Becquerel.)

Lorsqu'on emploie les piles thermo-électriques comme sources d'électricité on reconnaît qu'elles n'utilisent qu'une faible partie de la chaleur empruntée au foyer, et qu'elles sont, sous le rapport du rendement, inférieures aux piles hydro-électriques qui utilisent la presque totalité du travail chimique mis en jeu dans l'intérieur des couples. Dans ces comparaisons il faut avoir égard au prix de revient du zinc qui est le combustible de la pile, ainsi qu'aux liquides et aux autres matières consommés et il arrive que, pour la production des courants très intenses, la solution la plus économique est fournie par les machines fondées sur les phénomènes électro-magnétiques dont il est question dans un autre article.

Les phénomènes thermo-électriques peuvent recevoir d'utiles applications. Parmi les plus intéressantes il convient de citer le *thermomètre électrique*. Cet appareil se compose essentiellement d'un câble, plus ou moins long, formé d'un fil de fer et d'un fil de cuivre isolés sur leur parcours, et soudés aux extrémités. Par l'intermédiaire du fil de cuivre un galvanomètre est intercalé dans le circuit. Lorsque la température n'est pas rigoureusement la même aux deux extrémités du câble, le galvanomètre accuse un courant électrique. On place l'une des soudures en un point où généralement on ne peut mettre un thermomètre et dont on désire connaître la température; l'autre soudure reste à la disposition de l'observateur. Celui-ci fait alors varier la température de cette soudure jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus de courant électrique dans le câble, et la température nécessaire pour obtenir cet équilibre est rigoureusement égale à celle de la soudure qui est à l'autre extrémité. Cet appareil est d'une sensibilité et d'une précision extrême.

Pour la mesure des hautes températures on a fondé sur les mêmes principes un pyromètre formé de platine et de palladium ; mais, au lieu d'opérer par compensation, on détermine la température d'après l'intensité du courant électrique. Ce pyromètre est avantageusement employé dans certaines industries.

HENRI BECQUEREL.

LES

# MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES

---

On appelle machine magnéto-électrique toute machine capable de donner naissance à un courant électrique dans un circuit métallique fermé, par le fait du déplacement d'une portion de ce circuit dans le champ d'action d'un aimant.

Ce déplacement est évidemment relatif, en ce sens que si les fils sont immobiles et l'aimant mobile, le système, s'il ne cesse pas d'être continu, fournira toujours un courant.

Personne n'ignore que la terre peut être envisagée comme une sorte d'aimant gigantesque. Il s'ensuit que la machine magnéto-électrique la plus simple à réaliser serait, sans contredit, celle qui ne consisterait qu'en un anneau métallique qui tournerait dans l'espace, autour d'un de ses diamètres.

Ce résultat étant acquis, il reste à le faire sortir de la nature, si je puis ainsi dire, pour en commander le jeu, la portée et la puissance. Il reste à construire des machines véritables dont celle que je viens de citer n'est qu'un principe.

Puisque la production d'un courant n'est causée que par le déplacement d'un fil de métal dans le voisinage d'un aimant, il pouvai paraître probable qu'en augmentant la puissance de l'aimant, qu'en augmentant la longueur du fil soumis à l'influence magnétique, et qu'en augmentant la vitesse du déplacement, les effets deviendraient plus importants. C'est ce que la théorie et l'expérience vérifièrent sans peine.

La grande longueur du fil fut obtenue par un enroulement en bobine et l'action de l'aimant fut accrue par son voisinage plus immédiat de la bobine.

Dans la première machine magnéto-électrique méritant vraiment ce nom deux bobines étaient fixes et un barreau d'acier aimanté tournait

dans son plan et autour de son milieu. On reconnut bien vite qu'il était préférable, au point de vue de la pratique, de laisser les aimants immobiles et de mettre en mouvement les bobines, car, pour de puissantes machines, les bobines sont généralement plus légères que les aimants.

Mais le circuit extérieur utilisé étant fixe, sa liaison avec les bobines en mouvement dut s'établir par des frotteurs métalliques qui s'appuyaient sur un axe également métallique, solidaire du système des bobines.

Les courants obtenus à l'aide de semblables dispositions sont toujours alternatifs, c'est-à-dire que deux courants qui se suivent immédiatement sont de signes contraires, et cela peut se concevoir aisément, puisque le mouvement circulaire seul possible à donner à l'ensemble des bobines, pour réaliser un déplacement continuel, équivaut à un mouvement de va-et-vient qui fournirait deux courants consécutifs contraires. Comme il est souvent indispensable de produire un courant continu pour certaines applications, on est amené à se servir d'un organe appelé commutateur, dont le jeu consiste à renverser, à des instants convenables, les deux contacts qui relient les bobines mobiles au circuit extérieur fixe.

Dans ces dernières années, ces commutateurs ont été très ingénieusement combinés avec des enroulements particuliers du circuit mobile et ont permis à de nouvelles machines, non pas de fournir un courant rigoureusement continu, comme celui d'une pile (cela serait théoriquement impossible), mais de produire une suite très rapprochée de courants de même signe près (de 60 000 par minute), ce qui, dans l'application, revient absolument au même.

Si la puissance d'une machine électrique dépend de la force des aimants qui la constituent en partie, il faudra avoir recours à des aimants d'un poids et d'une dimension considérables pour obtenir des courants de grande intensité. Mais il est heureusement possible de remplacer les aimants par des réservoirs magnétiques bien autrement énergiques, pour un poids égal, par les électro-aimants. Ceux-ci se composent, sous leur forme la plus habituelle, d'un barreau cylindrique de fer sur lequel est enroulé un fil métallique traversé par un courant. L'effet de ce courant est de développer dans la masse de fer des propriétés magnétiques en tout point semblables à celles d'un aimant ordinaire, et si ce courant est suffisamment intense, le magnétisme du barreau dépassera de beaucoup, comme force, le magnétisme d'un barreau d'acier de même forme. Le courant qui parcourt le circuit des électro-aimants d'une machine est la plupart du temps emprunté à la machine elle-même, si bien que la bobine, les électro-aimants, et les fils extérieurs ne font qu'un seul et même circuit.

Cette courte notice n'a d'autre but que de donner aux visiteurs de l'Exposition d'électricité des notions générales qu'ils pourront appliquer à telle ou telle machine particulière. Aussi dois-je m'abstenir, sous peine de dépasser les limites que m'impose la nature de ce guide, de toute description des machines magnéto-électriques ou dynamo-électriques existantes. Mais je crois indispensable d'envisager encore dans ces machines un point que j'ai négligé jusqu'à présent.

Les machines magnéto-électriques pour être mises en mouvement exigent une force quelquefois considérable, et tout le monde ne comprendra peut-être pas immédiatement pourquoi le palais des Champs-Élysées a fait provision de plus d'un millier de chevaux-vapeur, s'il suffit, pour produire les courants nécessités par les besoins de l'éclairage, de faire tourner une pelote de fil dans un milieu magnétique. C'est au grand principe de la conservation de l'énergie qu'il faut se reporter pour en trouver la raison. Rien pour rien, telle est la devise inflexible de la nature. Si l'on veut produire de la lumière, il faut commencer par produire de la chaleur, et cette chaleur n'est, en définitive, qu'un travail qu'on ne peut éviter de fournir sous une forme ou sous une autre. Les machines que nous étudions ici n'échappent pas à cette loi générale, et chaque fois que leur circuit extérieur, dans lequel se trouveront des lampes électriques, des bains de galvanoplastie, des moteurs électriques, etc., sera fermé, un courant pourra s'y développer à la condition qu'on vaincra un effort constant pour maintenir le mouvement de la bobine. Cet effort vaincu représente un travail effectué et ce travail trouvera lui-même son origine, soit dans l'effort musculaire d'un homme ou d'un cheval, soit dans la combustion de la houille.

Les machines magnéto-électriques sont très probablement une des premières raisons d'existence de la présente Exposition. Leurs perfectionnements ont été si rapides depuis moins de quinze ans qu'ils ont produit la révolution industrielle à laquelle nous assistons en ce moment.

Avant ces machines, c'était du zinc qu'il fallait consommer pour donner naissance aux courants, car c'est du zinc que nécessite l'emploi des piles. Aujourd'hui, c'est au moyen de la houille, c'est-à-dire d'une substance infiniment moins coûteuse que le zinc, que l'on obtient les torrents d'électricité que l'on utilise, soit pour l'éclairage, soit pour la galvanoplastie, soit pour le transport de la force motrice.

Les spécimens de machines magnéto-électriques sont nombreux dans l'Exposition. Nos lecteurs trouveront dans la classe 3 du catalogue les noms de leurs exposants français et étrangers. Ils retrouveront souvent ces machines dans la classe 9, celle des moteurs électriques, car la plupart de ces machines sont réversibles, c'est-à-dire qu'elles sont capables de fournir un travail lorsqu'elles sont traversées par un

courant étranger, aussi bien qu'elles produisent un courant lorsqu'on leur fournit un travail. Nous devons nous contenter de renvoyer pour cette nouvelle fonction à la notice que notre savant ami, M. Hippolyte Fontaine, consacre plus loin aux moteurs électriques.

Antoine Breguet.

# TRANSMISSION DE L'ÉLECTRICITÉ

---

### 1° Fils, Câbles et accessoires.

La transmission des courants électriques s'effectue à l'aide de fils métalliques dont la nature, la grosseur et le mode d'isolement doivent être appropriés à l'effet à produire et à la distance qui sépare la source électrique du point où le fluide est utilisé.

*Nature des conducteurs.* — Les métaux le plus ordinairement employés à cet u age sont le fer et le cuivre. Le premier se laisse beaucoup plus difficilement que le second traverser par le courant ; il devrait donc, pour cette raison, être exclu des applications électriques, s'il ne compensait cet inconvénient par une plus grande résistance à la traction et un plus faible coefficient de dilatation, qualités qui le rendent éminemment propre à l'établissement des communications télégraphiques aériennes.

Les fils de fer sont plus ou moins bons conducteurs selon le degré de pureté du métal ; ceux qui ont été préparés au bois se rapprochent sensiblement, sous ce rapport, des données théoriques, mais leur ténacité est relativement faible. Dans certains cas, pour franchir, par exemple, de grandes portées, on substitue l'acier au fer. On a également proposé d'employer pour les communications télégraphiques le fer dit homogène, qui se rapproche de l'acier par ses qualités mécaniques. Ces conducteurs sont ordinairement galvanisés.

De même que le fer, le cuivre ne possède une haute conductibilité qu'à la condition d'être très pur ; lorsqu'il est destiné aux usages électriques, ce métal est soumis, en outre, pendant le tréfilage, à un traitement qui développe encore cette qualité essentielle.

On a cherché aussi à constituer un fil télégraphique qui fût à la fois très bon conducteur de l'électricité et doué d'une résistance considérable à la traction, en soudant autour d'un brin central en acier un ruban de cuivre enroulé en hélice ; mais cette juxtaposition des deux métaux ne semble pas, jusqu'ici, avoir donné tous les résultats qu'on en attendait.

*Diamètre des fils.* — On sait que la résistance électrique d'un conducteur est en rapport direct avec sa longueur et en raison inverse de sa section ; ceci explique pourquoi on proportionne le diamètre des fils au chemin à parcourir. Cette règle est observée dans les installations d'éclairage électrique, de transmission de force à distance, etc., aussi bien que dans les applications télégraphiques, et cela, quels que soient la nature et le mode d'isolement du conducteur.

*Mode d'isolement.* — On évite la déperdition du fluide transmis par un fil nu en ne faisant reposer celui-ci que sur des corps mauvais conducteurs de l'électricité : le verre, le grès verni, la porcelaine, le caoutchouc durci, conviennent surtout pour cet usage. La forme à donner à ces *isolateurs* a été étudiée d'une manière toute spéciale par les électriciens lorsqu'il s'est agi de transmettre à de grandes distances et par des temps humides les signaux télégraphiques. On s'est arrêté, dans ce cas, à l'emploi d'une cloche ordinairement en porcelaine émaillée, à simple ou à double paroi, renversée et reposant sur une console en fer fixée elle-même au sommet d'un poteau ou de tout autre d'appui. Ces supports doivent d'ailleurs être aussi éloignés que le comporte la solidité de la ligne.

La difficulté d'obtenir toujours un isolement convenable à l'aide de fils nus, l'incommodité qu'offre le maniement de ce genre de conducteurs, ont fait naître l'idée d'enduire les fils métalliques d'une substance isolante. On songea naturellement à étendre cette application aux communications télégraphiques sous-marines et, plus tard, à celles terrestres, qu'on devait soustraire ainsi aux perturbations atmosphériques et aux accidents de toutes sortes auxquels elles sont exposées. De nombreux essais furent faits dans ce sens : le coton, la soie, le collodion, le bitume, le goudron, la résine, la paraffine, la gomme-laque, le caoutchouc, la gutta-percha, etc., etc., furent utilisés dans ce but avec plus ou moins de succès. Chacune de ces matières peut trouver son emploi à un moment donné : la soie convient au revêtement des fils d'électro-aimants et de galvanomètres ; le coton, seul ou imprégné de goudron ou de paraffine, suffit dans beaucoup de cas, pour les usages domestiques par exemple ; mais lorsqu'il s'agit d'obtenir un isolement élevé et surtout portant sur de grandes longueurs de fil, la préférence doit être donnée au caoutchouc vulcanisé ou à la gutta-percha. Les fils destinés à l'éclairage électrique, à l'explosion des mines ou des torpilles, à la transmission de la force à distance à l'aide de machines d'induction, sont généralement recouverts de caoutchouc ; il en est de même quelquefois des câbles téléphoniques, de ceux affectés aux opérations militaires et même aux relations télégraphiques ; mais, pour ces dernières applications, la gutta-percha offre des avantages sérieux qui la font généralement préférer au caoutchouc.

*La confection* des fils isolés varie suivant la nature de la substance

employée. Nous ne pouvons donner ici même un simple aperçu des procédés qui servent à cette fabrication ; nous dirons seulement un mot de ce qui concerne les deux principaux enduits. Le caoutchouc préalablement mélangé au soufre et découpé en bandes est appliqué sur le conducteur à l'aide de machines de dispositions variées et fort ingénieuses, puis, enveloppé sur toute sa longueur d'un ruban chargé de maintenir la gomme encore molle et porté, finalement, dans un récipient où, sous l'influence d'une température élevée, s'effectue la vulcanisation ; c'est-à-dire, la combinaison du soufre avec le caoutchouc, qui acquiert alors les qualités d'élasticité, de consistance et de durée qui lui manquaient. Afin d'éviter la sulfuration du cuivre, le fil est d'abord étamé ; cette précaution est indispensable. Quant à l'application de la gutta-percha, elle se fait à la filière et par passes successives ; la gomme, amenée à une température convenable et chassée par un piston, sort du cylindre qui la renferme adhérente au fil qu'elle doit recouvrir.

*Câbles télégraphiques souterrains.* — Les câbles qui doivent servir aux communications souterraines sont ordinairement formés de plusieurs conducteurs isolés entre eux, ainsi qu'il a été dit plus haut, et composés respectivement de sept brins de cuivre tordus ensemble ; ces câbles sont enveloppés de guipages et de rubans goudronnés. Lorsqu'ils sont placés dans des tranchées, on les introduit simplement dans des caniveaux ou, mieux encore, dans des tuyaux en fonte chargés de les protéger. Dans quelques pays, on les revêt d'une armature formée de fils de fer galvanisé et enduite d'un mastic bitumineux. En France, les câbles circulant en galerie (tunnels, égouts, carrières) sont simplement logés dans un tube en plomb ; on les suspend à l'aide de crochets scellés dans le mur.

*Câbles téléphoniques.* — Les conducteurs téléphoniques diffèrent peu des conducteurs ordinaires ; ils sont formés d'un seul brin de cuivre isolé par une mince couche de gutta-percha. On réunit généralement plusieurs de ces âmes dans un tuyau en plomb qui sert également à compléter le circuit électrique. Parfois aussi, on dispose ces conducteurs deux à deux dans une même gaine isolante, en laissant entre eux une épaisseur suffisante de gomme pour éviter tout contact métallique ; chaque appareil peut avoir ainsi son fil de retour distinct, ce qui supprime à peu près les effets si gênants d'induction entre les conducteurs ayant un parcours commun.

*Câbles aériens.* — On a construit également des câbles télégraphiques pouvant être suspendus. Dans ce cas, le caoutchouc, qui est moins sensible à l'action d'une température élevée que la gutta-percha, donne de meilleurs résultats que celle-ci. Les câbles aériens sont disposés autant que possible de manière à n'avoir à supporter qu'une faible traction.

*Câbles sous-marins.* — Les fils sous-marins sont toujours revêtus

d'une armature en fer dont la grosseur augmente à mesure qu'on se rapproche des côtes. Dans les grands fonds, en effet, les câbles ne peuvent être atteints par les ancres des navires et, l'eau n'étant pas agitée, ils n'éprouvent eux mêmes aucun déplacement; il suffit donc que leur armature résiste à l'effort qu'elle doit supporter pendant la pose ; dans les fonds moyens, où ces conditions ne sont qu'imparfaitement réalisées, sans que les câbles courent pourtant de grands dangers, on augmente le diamètre des brins protecteurs; mais sur les côtes, où ils sont exposés à la fois à être dragués et à s'user contre les roches par suite des mouvements que leur impriment les vagues, leur armature doit être beaucoup plus puissante : certaines de ces carapaces pèsent plus de huit tonnes par kilomètre. On a cherché à préserver aussi les armatures contre l'action de la rouille en les enduisant d'un mastic bitumineux.

Les procédés employés pour la pose et le relèvement des câbles ont été considérablement perfectionnés depuis quelques années; il suffira de rappeler, pour donner une idée de leur puissance et de leur précision, qu'on est parvenu, par des fonds de plus de 4000 mètres, à retrouver, saisir, couper et ramener à bord le câble à relever. Les appareils et les méthodes employés pour déterminer la position des défauts qui se produisent dans ces longs conducteurs ne sont pas moins remarquables ; ils permettent, en cas de dérangement, de circonscrire le champ des recherches et d'effectuer sûrement les réparations devenues nécessaires.

Cette industrie possède aujourd'hui une véritable flotte affectée à la surveillance et à l'entretien des six cents lignes télégraphiques qui sillonnent les mers du monde entier et dont le développement dépasse 120 000 kilomètres; elle met à contribution toutes les ressources de la science moderne dont elle a puissamment concouru à développer l'une des branches principales, l'électricité.

### 2° Paratonnerres.

On ne saurait parler des paratonnerres, sans prononcer le nom de Franklin. Nous ne ferons pourtant point ici l'historique de cette belle invention; nous nous bornerons à décrire sommairement l'appareil du savant Américain et à indiquer les conditions essentielles de son fonctionnement.

Lorsqu'un nuage électrisé s'approche de la terre, il développe par induction, dans les parties du sol les plus voisines, de l'électricité de signe contraire à celle dont il est chargé ; or, en vertu du pouvoir bien connu des pointes, cette électricité s'accumule de préférence sur les sommets naturels ou artificiels, tels que reliefs de terrain, arbres, bâtiments, et elle y atteint souvent une tension suffisante pour vaincre la résistance de la couche d'air qui sépare ces points culminants du nuage

inducteur : l'étincelle jaillit alors, les deux électricités se combinent à travers l'espace, le nuage est déchargé, du moins en partie, et la zone terrestre soumise à son influence revient subitement à l'état neutre. Ce dernier phénomène, désigné sous le nom de choc en retour, peut être fatal aux hommes et aux animaux aussi bien que la décharge directe; il se fait parfois sentir assez loin du point où s'est produite la déflagration.

Rapprochant les faits de cette nature, bien souvent observés, de ses propres expériences et de celles effectuées par les physiciens de son époque, Franklin arriva à cette conclusion déjà pressentie par plusieurs savants : que l'électricité atmosphérique était identique à celle produite par les machines, et que, dès lors, il devait être possible de neutraliser à distance la charge d'un nuage orageux, de même qu'on soutire celle d'un conducteur, en lui présentant une pointe métallique. La célèbre expérience du cerf-volant, faite en 1752, vint confirmer cette théorie.

Les idées émises par Franklin eurent en France un grand retentissement, et au commencement de cette même année 1752 on installait pour les vérifier, sur plusieurs points élevés, des barres de fer communiquant avec le sol et dont la pointe tournée vers le ciel laissait par les temps orageux s'échapper des aigrettes lumineuses produites par la décharge partielle et successive des nuages électrisés; mais ces expériences n'avaient pas encore de but utile : c'était à Franklin que devait revenir, quelque temps après, l'honneur d'en faire l'application à la protection des édifices et des personnes.

De ce qui précède, il résulte que la fonction d'un paratonnerre est double : en raison de sa situation élevée au-dessus des bâtiments, c'est sur lui que s'accumule la charge induite par le nuage qui passe à sa portée, et c'est entre sa pointe et cette nue qu'a lieu la déflagration lors d'une décharge violente ; mais le plus souvent cette décharge s'effectue lentement, graduellement et d'une manière silencieuse; de telle sorte que les parties du sol voisines, influencées par induction, ne reviennent à l'état neutre que progressivement, c'est-à-dire sans danger pour les êtres animés compris dans cette zone.

Une installation de cette nature comporte trois choses essentielles: une flèche métallique, un câble conducteur et une communication avec la terre.

Le corps de la flèche est formé d'une barre de fer conique dont le diamètre est proportionné à la hauteur, qui varie elle-même suivant la surface du faîtage où repose l'appareil : on donne ordinairement à cette flèche une longueur de cinq à dix mètres. Elle est terminée par une tige en cuivre, prolongée par une pointe en cuivre doré ou mieux encore en platine, ce métal s'oxydant moins que l'or et sa température de fusion étant beaucoup plus élevée que celle du cuivre. La pointe

terminale doit être aussi aiguë que possible afin de faciliter l'écoulement du fluide à mesure que la tension de celui-ci s'accentue. Cette considération a fait écarter l'emploi des boules, que quelques constructeurs avaient cru devoir substituer aux pointes. On a, par contre, proposé de multiplier les issues d'écoulement en plaçant autour de la tige centrale, et plus bas que la pointe principale, une série d'aigrettes secondaires.

Il est essentiel que les trois parties de la flèche soient reliées entre elles d'une manière intime.

La chaîne réunissant la flèche à la terre peut être en cuivre ou en fer; dans ce dernier cas, on doit lui donner une section six à sept fois plus grande et qui ne saurait être moindre de quatre centimètres carrés. La surface des conducteurs jouant un rôle important dans les phénomènes d'électricité statique, certains physiciens donnent la préférence aux chaînes en fer qui, à conductibilité égale, présentent une surface beaucoup plus grande que celles en cuivre. Les chaînes de paratonnerres peuvent être formées soit d'un certain nombre de fils galvanisés tordus ensemble, soit de barres métalliques rigides; mais la pose et surtout le raccordement de ces barres offrant des difficultés, on préfère généralement les fils câblés, qui s'adaptent mieux aux contours des bâtiments et dont les épissures se font aisément.

Les chaînes sont soutenues sur leur trajet par des crampons de forme convenable scellés dans le bâtiment. Il est bon d'isoler la chaîne de ses supports par des rondelles en verre ou en porcelaine. Disons à ce sujet qu'on n'est pas complètement d'accord sur la question de savoir si l'on doit relier au paratonnerre les grandes pièces métalliques telles que toitures, charpentes en fer, balcons, tuyaux de descente, etc. L'opinion de l'Académie des sciences, qui admet cette réunion, paraît avoir prévalu.

L'intimité du contact d'un paratonnerre avec le sol exerce sur le fonctionnement du système la plus grande influence; cette communication doit, par conséquent, être établie avec un soin tout spécial. Si l'on dispose de conduites d'eau étendues et de diamètre suffisant, comme à Paris et dans les grandes villes, on peut les utiliser pour cet objet, concurremment avec les puits existant dans le voisinage de l'édifice intéressé. Lorsqu'on ne possède aucune de ces ressources, on peut encore pratiquer en terre un trou de plusieurs mètres qu'on emplit de braise de boulanger, au milieu de laquelle on introduit l'extrémité de la chaîne, préalablement galvanisée afin d'éviter l'oxydation. Il est toujours bon de ramifier le pied de ce conducteur en le reliant à des barres de fer pénétrant profondément en terre. Il va sans dire qu'on doit choisir de préférence, pour y enfouir le paratonnerre, les parties du terrain habituellement humides.

On peut conclure de ce qui vient d'être dit que la première condition

à réaliser dans un système de parafoudre, c'est la continuité : toutes les pièces entrant dans sa construction, depuis le sommet jusqu'à la base, doivent être en communication métallique parfaite entre elles et avec le sol ; toute interruption dans le circuit, toute résistance provenant d'un mauvais contact ou d'une terre défectueuse transformerait cet instrument de sécurité en une cause très sérieuse de danger. On ne saurait donc trop multiplier les précautions dans ce sens. C'est dans cet ordre d'idées que M. Melsens, s'inspirant d'ailleurs des principes posés par Faraday, a réalisé la belle installation qui protège contre la foudre l'hôtel de ville de Bruxelles.

Sur le sommet de la haute tour de cet édifice, il a disposé dans des directions différentes, et au-dessous de l'archange dont l'épée placée la pointe en l'air forme elle-même un premier paratonnerre, une série de tiges inclinées et d'aigrettes métalliques. Des tiges semblables établies aux étages inférieurs de la tour sur les faces des clochetons et sur la partie supérieure des bâtiments, portent le nombre de ces points à 428; elles sont toutes reliées entre elles par un réseau de conducteurs en fils de fer galvanisés enlaçant extérieurement le monument et communiquant entre eux à chaque étage à l'aide de fils transversaux. Tous ces conducteurs rassemblés dans la cour principale du monument sont noyés dans un bloc de zinc, puis soudés à un gros tuyau en fer qui plonge dans un puits où l'eau est toujours abondante. Ce tuyau est relié en outre aux conduites d'eau et de gaz de la ville.

Cette installation, qui a été combinée de manière à ne pas nuire à l'aspect achitectural, peut être considérée comme le système protecteur le plus complet qu'on ait réalisé. On n'a pas hésité devant la dépense considérable qu'elle devait entraîner à cause de l'intérêt capital qui s'attache à la conservation du monument dont il s'agit.

Il est nécessaire de s'assurer de temps en temps de l'état des paratonnerres. L'une des méthodes employées pour effectuer cette vérification consiste à déterminer d'abord par l'un des procédés connus, à l'aide d'un fil volant préalablement étalonné et dont les deux bouts sont reliés respectivement au sommet et à la base de l'appareil, la résistance électrique de celui-ci : si cette résistance est conforme aux indications de la théorie, c'est que le paratonnerre est *continu* sur tout son parcours. — On s'assure ensuite que le fluide atmosphérique trouvera dans le sol un écoulement facile. A cet effet, on reporte l'extrémité inférieure du fil volant dans le sol humide, à quelque distance du pied de la chaîne, de manière à introduire une portion de la croûte terrestre dans le nouveau circuit ainsi formé : la résistance électrique trouvée dans ce cas ne doit pas être sensiblement supérieure à celle constatée lors de la première opération ; s'il en était autrement, c'est que le contact de la chaîne avec le sol laisserait à désirer.

Le cadre de cette notice ne permet pas d'entrer dans de plus grands développements. Nous renverrons ceux de nos lecteurs désireux d'approfondir cette intéressante question aux beaux travaux de l'Académie des sciences publiés en 1823, 1855, 1867, 1868, à ceux de la Commission chargée par la Ville de Paris d'étudier le même sujet, enfin, aux ouvrages spéciaux.

H. Clérac.

# ÉLECTROMÉTRIE

## I. Introduction.

Les progrès actuels de l'électricité et de ses applications sont un exemple frappant des services mutuels que se rendent la théorie et la pratique. Toute science appliquée est une œuvre collective à laquelle collaborent les industriels qui n'envisagent cependant que la partie utile et commerciale : la théorie pose les principes, la pratique développe les conséquences; le savant sème, l'industriel féconde et récolte; mais, par un juste retour, les résultats de la pratique contribuent grandement à l'avancement de la théorie.

« Les applications importantes de l'électro-magnétisme à la télégraphie, écrivait en 1873 M. Maxwell[1], ont réagi sur la science pure en donnant une valeur commerciale aux mesures électriques précises et en procurant aux électriciens l'occasion d'expérimenter sur une échelle bien plus vaste que celle d'un laboratoire ordinaire. Cette demande de connaissances électriques et cette facilité de les acquérir par la pratique ont déjà eu de très sérieuses conséquences ; elles ont stimulé l'activité des électriciens instruits et diffusé parmi les hommes pratiques des notions exactes éminemment propres à faire progresser la science de l'Ingénieur. »

« Il y a en ce moment, écrivait à la même époque M. Jenkin[2], deux sciences de l'électricité : celle des ouvrages généraux de physique, et celle plus ou moins connue des électriciens. Ces deux sciences parlent un langage différent et c'est un fait digne de remarque que la science des hommes pratiques est en quelque sorte plus scientifique que celle des traités. »

Le développement des entreprises de télégraphie sous-marine a fait de la mesure des grandeurs électriques une opération usuelle : aussi s'est-on préoccupé de perfectionner, tout en le simplifiant, ce genre d'expérimentation. C'est en Angleterre, c'est-à-dire dans le pays qui a

1. *Electricity and magnetism*, 1873, préface, p. VIII.
2. *Ibid.*, introduction.

eu l'initiative de telles entreprises, qu'a pris naissance cette science pratique des électriciens. Spéciale d'abord aux électriciens voués à la télégraphie sous-marine, elle s'est imposée bientôt à tous ceux s'occupant de télégraphie et elle se vulgarise aujourd'hui de plus en plus, grâce au besoin de mesures électriques provoqué par les inventions récentes relatives à l'éclairage et au transport de la force par l'électricité. Les savants ont apprécié à leur tour le parti qu'ils pouvaient tirer, même dans les recherches purement théoriques, de ses appareils, de ses méthodes et de son langage, qui ont ainsi pénétré dans l'enseignement; en sorte que la distinction, dont parlait M. Jenkin, est en voie de disparaître et que l'unification des mesures électriques sera bientôt un fait accompli.

Il est à peine nécessaire d'insister sur l'importance d'un pareil résultat : en rapportant toutes les observations à un système commun d'unités, on rend les valeurs numériques des quantités physiques indépendantes des instruments particuliers qui ont servi à les mesurer, et on apporte, dans l'échange des idées et des découvertes scientifiques, des facilités du même ordre que celles introduites dans les transactions commerciales par l'adoption d'un système uniforme de mesures et monnaies.

### II. L'unité des mesures conséquence de l'unité des forces.

Les mesures ont un rôle capital dans les sciences d'observation : elles servent à établir les lois et à les vérifier. Toutes ces sciences suivent la même marche progressive : d'abord, on constate simplement les faits, puis on s'occupe de les préciser ; on expérimente, on mesure, on compare; les lois résultent enfin de la coordination des faits évalués numériquement. La constatation des premiers faits remonte souvent aux temps les plus reculés; mais l'art d'expérimenter et de mesurer appartient à la science moderne. Abandonnant les errements du passé, la science moderne a renoncé à la recherche de l'absolu, c'est-à-dire de la nature et de l'essence des choses dont les notions sont inaccessibles; elle a renoncé à la pierre philosophale et au mouvement perpétuel; l'alchimie a fait place à la chimie, et la physique a succédé à la métaphysique[1].

La chimie a étudié la matière, sans se préoccuper de son essence ; elle a observé les propriétés des corps et leurs rapports; elle a pesé les

1. « Le secret des découvertes de la science moderne, c'est tout simplement qu'elle n'a cherché que ce qui était accessible à nos moyens d'expérimentation, et si *depuis peu d'années* la science a tant trouvé, c'est que *depuis peu d'années* la science n'a cherché que ce qu'il était possible de trouver. » (Babinet, *Études et lectures sur les sciences d'observation et leurs applications pratiques*.)

corps et elle a reconnu que, quelles que soient les transformations physiques ou passagères, chimiques ou permanentes que subit un corps, le poids reste invariable (Lavoisier). La matière se conserve donc, première conséquence de ce principe que *dans la nature, rien ne se crée, rien ne se perd*[1]; d'où résulte cette définition de la chimie : l'étude de la matière et de ses transformations.

La physique a étudié les forces naturelles, sans se préoccuper de leur cause primordiale : elle a mesuré les effets et déterminé leurs rapports. Des faits isolés passant à l'ensemble, elle a remarqué que des phénomènes, dissemblables en apparence, étaient le plus souvent connexes dans leur développement et elle a conclu que leur diversité pouvait tenir simplement à la diversité des organes par lesquels se perçoivent les sensations. A la conception d'agents distincts, *proprii generis*, elle a substitué celle de manifestations différentes du grand pouvoir d'activité de la Nature. Dès lors, rien ne pouvant se créer ni s'anéantir, ce qui disparaît sous une forme doit pouvoir se retrouver sous une autre forme ; en d'autres termes, ce qui échappe à un de nos sens doit devenir perceptible à un autre, l'effet mécanique comme chaleur, électricité ou lumière et réciproquement : il n'y a plus qu'à déterminer les équivalences. Pour exprimer ces équivalences, à la notion de *force vive* qui est spéciale aux masses en mouvement, à la notion de *travail* qui suppose le fait accompli, on ajoute la notion d'*énergie*, qui est la capacité d'effectuer du travail et qui s'applique indistinctement à toutes les forces naturelles, même à l'état de repos. Le principe de la conservation de la matière se trouve ainsi complété par celui de la conservation de l'énergie, et la physique devient l'étude de la force et de ses transformations.

Cette nouvelle manière d'envisager les phénomènes a eu des conséquences nombreuses et importantes : elle a donné naissance à la *thermodynamique* ou théorie mécanique de la chaleur et à la *thermo-chimie*, qui est le trait d'union entre la chimie et la mécanique générale.

L'application de la thermo-chimie aux phénomènes électro-chimiques a donné leur signification mécanique. La force électro-motrice d'une pile représente l'équivalent mécanique de l'action chimique ou de la chaleur qui correspond à la dissolution d'un équivalent électro-chimique[2] de zinc : d'où le moyen de la déterminer par des mesures calorimétriques. Les phénomènes de l'électrolyse, la polarisation des

1. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . gigni
De nihilo nihil, in nihilum nil posse reverti.
(*Perse*, sat. III, vers 83, 84).

C'est l'axiome fondamental de la philosophie d'Épicure, développé par Lucrèce (*De rerum nat.*, liv. I, vers 150, 206) et dont Lavoisier a fait un principe expérimental.

2. L'équivalent électro-chimique d'une substance est le poids de cette substance qui est dissous dans la pile, ou mis en liberté dans un voltamètre, pendant le passage de l'unité d'électricité. Il est proportionnel à l'équivalent chimique.

4

électrodes dans les piles, l'induction dans les moteurs électriques deviennent de simples corollaires de la conservation de l'énergie.

Les machines de toute espèce ne sont plus que des engins de distribution et de répartition de l'énergie : elles restituent, sous forme de travail mécanique ou de chaleur, l'énergie qui leur a été communiquée sous l'une ou l'autre de ces formes par les forces naturelles (chute d'eau, puissance musculaire, air en mouvement, actions chimiques, etc.). Dans cette transformation, l'électricité, quand elle se développe, n'est qu'un intermédiaire et n'a d'autre rôle que d'emmagasiner l'énergie, puisque elle la restitue toujours sous forme mécanique ou calorifique, l'énergie chimique n'étant d'ailleurs qu'une forme de l'énergie calorifique. On emmagasine de l'énergie en développant de l'électricité, de même qu'on emmagasine de l'énergie en élevant un poids ou en comprimant un gaz. Cette énergie est restituée pendant la décharge ou le passage du courant, comme elle est restituée par la chute du poids ou l'expansion du gaz. Mais, à l'état électrique, l'énergie peut se transporter à distance, et de là l'importance de cet intermédiaire pour l'utilisation des forces naturelles qui sur place resteraient sans emploi : sans doute l'échauffement du fil conducteur, les résistances passives et les réactions des engins de transformation absorbent une partie de l'énergie initiale, mais l'excédent devient disponible.

Enfin, l'énergie, sous quelque forme qu'elle se présente, étant toujours l'équivalent d'un travail mécanique, il en résulte que le travail est un terme de comparaison universel pour tous les phénomènes naturels, et en conséquence tous ces phénomènes pourront être mesurés en fonction des unités de la mécanique. C'est le fondement du *système absolu d'unités électriques* proposé par l'Association Britannique pour l'avancement des sciences, et adopté aujourd'hui par la plupart des électriciens.

### III. Unités électriques dans le système absolu.

On mesure une grandeur en la comparant à une grandeur de même espèce prise pour unité. L'étalon est la représentation matérielle de l'unité; il doit être construit et conservé dans des conditions qui assurent son invariabilité. Cela fait, on laisse de côté les considérations qui ont fixé le choix de l'unité, que l'on définit alors par sa représentation matérielle. Le mètre n'est plus la dix millionième partie du quart du méridien terrestre : ce qui était vrai d'après les calculs de Delambre ne l'est plus depuis que le méridien a été mesuré avec plus de précision. Le mètre, c'est la longueur que possède, à la température de la glace fondante, une certaine règle soigneusement conservée et dont on fait des copies.

*Comme on ne* peut comparer que des grandeurs de même nature,

chaque espèce distincte de grandeur doit avoir son unité propre; mais s'il existe des relations mathématiques entre les grandeurs considérées, la mesure de certaines d'entre elles pourra s'exprimer à l'aide d'unités définies par leurs relations avec d'autres unités acceptées comme *fondamentales*. Ces unités sont dites *dérivées*.

Un système composé d'unités fondamentales et d'unités dérivées est dit *absolu*.

Ainsi la longueur, la surface et le volume sont des grandeurs distinctes; mais comme la mesure de la surface et celle du volume peuvent se déduire de la mesure de la longueur, on simplifie le calcul des aires et des capacités, en prenant pour unités le carré et le cube dont les côtés ont l'unité de longueur. Le mètre est une unité fondamentale; le mètre carré et le mètre cube sont des unités dérivées. On réduit ainsi le nombre d'étalons fondamentaux types auxquels il faudra toujours comparer les étalons dérivés, tels que les étalons de capacité, construits pour les besoins de la pratique.

Toutes les quantités mécaniques peuvent être mesurées à l'aide de trois unités fondamentales, dont deux sont introduites par l'étude du mouvement : ce sont les unités de *longueur* et de *temps;* elles ont, pour étalons, le mètre et la seconde du temps solaire moyen. La troisième résulte de l'étude des forces : l'unité habituelle de force est le *gramme*, c'est-à-dire, théoriquement, le poids à Paris d'un centimètre cube d'eau distillée à son maximum de densité; pratiquement, la millième partie du kilogramme-étalon conservé à Paris. La masse étant le quotient du poids par l'accélération de la pesanteur, l'unité de masse est alors une unité dérivée. Mais, dans ce système, l'unité de force et l'unité de masse dépendent toutes deux de la pesanteur et, par suite, les mesures dans lesquelles entrent ces unités ne sont complètes que si l'on connaît l'intensité de la pesanteur au lieu de l'observation. Aussi, quand Gauss voulut établir un système uniforme d'observations magnétiques dans des régions où l'action de la pesanteur n'était pas la même, il prit la masse comme unité fondamentale, et rendit par là les valeurs numériques de l'intensité magnétique indépendantes de la pesanteur. L'unité fondamentale de masse, dans le système absolu, est la masse qui pèse un gramme à Paris. La comparaison des masses se fait par la pesée, ce qui est très commode dans les applications de la dynamique où entrent des moments d'inertie.

L'unité de force devient une unité dérivée : c'est la force qui, agissant sur l'unité de masse, lui imprime l'unité d'accélération. En adoptant, comme unités fondamentales, le mètre pour la longueur et le gramme pour la masse, la densité de l'eau serait représentée par un million et la densité d'une [illegible]tance quelconque serait un million de fois son
[illegible] centimètre au lieu du mètre, la densité

de l'eau devient égale à un, et les densités sont égales aux poids spécifiques. De là le système centimètre-gramme-seconde, ou par abréviation, système C G S. Dans ce système, l'unité dérivée de force s'appelle la *dyne;* celle de travail, le *erg*.

Passons aux grandeurs électriques. Celles dont on a surtout à s'occuper sont au nombre de cinq : la *quantité* Q, la *force électro-motrice* ou *différence de potentiel* E, la *capacité* C, *l'intensité* I et la *résistance* R. Les unités correspondantes pourront être dérivées des trois unités fondamentales de la mécanique et s'obtiendront par simple définition, s'il existe entre les grandeurs électriques et les grandeurs mécaniques cinq relations distinctes. Or, entre les grandeurs électriques, nous avons trois relations simples qui font dépendre trois d'entre elles des deux autres : elles résultent de la loi de Ohm $\left(I = \frac{E}{R}\right)$, de la définition de l'intensité ($Q = It$) et de celle de la capacité ($Q = CE$). En prenant, pour étalons de force électro-motrice et de résistance, la force électro-motrice d'un élément Daniell et la résistance à zéro d'une colonne de mercure d'un mètre de long et un millimètre carré de section (unité mercurielle de Pouillet et Siemens), on pourra exprimer les autres unités en fonction de celles-ci.

Si à ces relations on ajoute la loi de Joule[1], exprimant le travail W d'un courant constant ($W = I^2Rt$), on pourra définir toutes les unités électriques en fonction de l'une d'entre elles et de l'unité de travail.

Comme cinquième relation, nous avons, soit la loi fondamentale de l'électro-statique (formule de Coulomb), exprimant la force qui s'exerce entre deux quantités d'électricité ; soit l'une des conséquences de la loi fondamentale de l'électro-dynamique (formule d'Ampère), exprimant la force qui s'exerce entre deux courants; soit l'une des conséquences de la loi fondamentale de l'électro-magnétisme (formule de Laplace), exprimant la force qui s'exerce entre un courant et un aimant. De là trois systèmes absolus d'unités électriques, mais qui se réduisent en définitive à deux systèmes distincts ; car, en multipliant par 2 la formule d'Ampère, telle qu'on l'écrit habituellement en France, et remplaçant les courants par leurs aimants équivalents, le système électro-dynamique devient identique au système électro-magnétique.

Le système électro-statique est commode pour les mesures des phénomènes d'électricité au repos; mais le système électro-magnétique est préférable pour la mesure des phénomènes d'électricité en mouvement,

1. La force électro-motrice entre deux points d'un circuit étant E, le travail produit par le transport d'une quantité Q d'un point à l'autre est $W = QE = EIt = I^2Rt$. Quand on décharge un condensateur contenant une quantité Q, la différence de potentiel E va en diminuant de E à zéro pendant la décharge : le travail de la décharge ou l'énergie du condensateur est alors *seulement* $\frac{1}{2}$ *QE*.

qui se déduit en général d'observations faites avec des aimants. Par exemple, un galvanomètre ordinaire des tangentes donne facilement la valeur de l'intensité d'un courant en unités absolues électro-magnétiques en fonction de la déviation, de la longueur du fil, du rayon du cadre et de la composante horizontale du magnétisme terrestre. Les unités électro-magnétiques dépendent évidemment des unités magnétiques, et les considérations qui ont conduit Gauss à préférer, comme unité fondamentale dans un système absolu de mesures magnétiques, la masse de l'unité habituelle de poids au poids lui-même, s'imposent aussi dans la mesure absolue des grandeurs électriques.

Les unités absolues électro-magnétiques de résistance et de force électro-motrice, dans le système C G S, sont extrêmement petites; pour avoir des unités plus appropriées aux usages pratiques, on a multiplié les premières par des puissances de dix, choisies de façon à avoir une unité de résistance voisine de l'unité mercurielle et une unité de force électro-motrice voisine de l'élément Daniell. L'unité pratique de résistance à reçu le nom de *Ohm* ou unité B A (British Association); l'unité pratique de force électro-motrice a reçu celui de *Volt*. Les autres unités pratiques se déduisent du Ohm et du Volt par les relations $I = \frac{E}{R}$, $Q = It$ et $Q = CE$. Ce sont : le *Weber* pour la quantité, le *Weber par seconde* pour l'intensité, le *Farad* pour la capacité.

Les noms de ces unités, précédés des préfixes *mega* ou *micro*, désignent des unités un million de fois plus grandes ou plus petites. Ainsi les grandes résistances s'expriment en *megohms*, et les capacités qu'on mesure le plus souvent s'expriment en *microfarads*. L'intensité de courant qui fait fonctionner les récepteurs télégraphiques Morse est d'environ 15 millièmes de l'unité pratique d'intensité : ces millièmes s'appellent des *milliwebers*.

### IV. Mesure absolue des grandeurs électriques.

Parmi les grandeurs électriques, les unes peuvent toujours être mesurées en unités absolues *directement* et *d'une façon indépendante* : ce sont la force électro-motrice en mesure statique[1], l'intensité et la quantité en mesure magnétique et en mesure dynamique. Les autres ne peuvent être mesurées qu'*indirectement*, soit par leurs *relations* avec les grandeurs qui précèdent, soit par *comparaison* avec des grandeurs de même espèce qu'elles et dont on connaît la valeur numérique en unités absolues.

1. La quantité électrique ne s'obtient directement en mesure statique que si le corps chargé est assez petit pour remplacer la boule fixe dans la balance de Coulomb.

La détermination directe par l'expérience de la valeur absolue des grandeurs de la première catégorie est toujours une opération délicate. Elle exige l'emploi d'*instruments absolus*, c'est-à-dire construits de manière à renfermer tout ce qui est nécessaire pour effectuer la détermination d'une façon indépendante. Ces instruments sont coûteux, peu portatifs et difficiles à manier[1]. On ne s'en sert que pour *étalonner* des instruments plus simples, *enregistrant* seulement le phénomène sur une *graduation arbitraire*, et que l'on peut alors utiliser sans qu'il soit nécessaire de connaître exactement la relation qui lie leurs indications à la quantité à mesurer. Il suffit pour cela de dresser une table à deux colonnes où l'on inscrit en regard les lectures fournies par l'instrument simplifié et par l'instrument absolu dans l'observation du même phénomène : c'est ce qu'on appelle prendre les *constantes* de l'instrument arbitraire. Quand on a cette table pour toutes les divisions de son échelle, un simple enregistreur remplace pour les usages pratiques un appareil absolu. Enfin, si on dispose d'un enregistreur tel que les lectures de l'échelle soient proportionnelles aux quantités à mesurer ou à une fonction connue de ces quantités, une comparaison faite une fois pour toutes avec un instrument absolu donnera la *constante*, c'est-à-dire le coefficient unique par lequel il faut multiplier les lectures de l'échelle arbitraire, pour avoir en unités absolues la mesure de la grandeur inconnue.

Une grandeur appartenant à la seconde catégorie se déduira de ses relations avec une de celles de la première, par l'observation d'un phénomène dans lequel elles interviennent toutes deux. Ainsi, par une mesure de l'intensité d'un courant et par celle du travail qu'il développe dans le circuit, la formule de Joule ($W = I^2Rt = IEt$) donnera la résistance et la force électro-motrice ; connaissant Q et E on aura la capacité par $Q = CE$. Cette méthode détournée peut donner d'excellents résultats dans le laboratoire, mais elle ne saurait convenir à des mesures usuelles. Aussi pour les grandeurs qui, comme la résistance et la capacité, ne sont pas susceptibles de mesure directe par les instruments étalonnés, on s'est préoccupé d'établir un *étalon matériel*, afin de ramener leur mesure à une simple comparaison entre grandeurs de même espèce.

La détermination de ces étalons doit être faite avec un soin extrême ; car s'ils s'écartaient trop de la valeur de l'unité, ils constitueraient par le fait une unité arbitraire, et on perdrait les avantages du système absolu.

La résistance est évidemment la grandeur électrique qui se prête le mieux à une représentation matérielle, remplissant les conditions de

1. Ce sont les électromètres, galvanomètres et électro-dynamomètres absolus.

permanence que doit avoir un étalon, et à la formation de multiples et de sous-multiples de l'unité. Le Comité de l'Association Britannique a mesuré avec la plus grande précision[1], la valeur en unités absolues électro-magnétiques de certaines bobines en fil de maillechort (argent allemand), alliage qui présente des qualités remarquables de permanence. Cela fait, les méthodes ordinaires de comparaison ont permis de construire des étalons-types de l'unité B A. Le *Ohm* doit alors être défini comme la résistance, à une température donnée, d'une certaine bobine-étalon conservée à Kew et dont des copies sont livrées au commerce. En prenant des multiples ou des sous-multiples de la longueur du fil qui forme l'étalon, on aura des multiples ou des sous-multiples de l'unité; mais il est plus sûr d'opérer par comparaison électrique avec l'étalon-unité.

Au moyen de résistances connues et d'un instrument étalonné pour la mesure de l'intensité, on peut obtenir la capacité en mesure absolue magnétique[2] : c'est ainsi en effet que l'on détermine la capacité d'un certain condensateur en unités absolues, et que l'on obtient ensuite par comparaison un condensateur d'une capacité égale à l'unité. Les condensateurs-étalons ont une capacité de 1 microfarad. En construisant des condensateurs identiques, mais de surface deux, trois fois plus grande, ou en ajoutant en surface un certain nombre de condensateurs égaux à l'unité, on forme des multiples de celle-ci; mais il sera prudent de vérifier par comparaison électrique ces étalons secondaires.

La force électro-motrice s'obtient facilement en mesure magnétique, connaissant l'intensité et la résistance : en mesure statique, elle a son instrument absolu. Néanmoins, il est commode d'avoir un étalon de cette grandeur. On emploie généralement à cet effet l'élément Daniell, qui diffère peu du Volt, et on détermine avec précision sa valeur exacte avec des liquides de composition donnée. Il a été reconnu cependant que cet élément varie souvent de 5 pour 100 et plus sans cause apparente, et M. Clark a proposé comme étalon un élément zinc-mercure, dont la force se maintient sensiblement constante dans un circuit

1. Pour que la détermination de l'unité de résistance pût être refaite au besoin dans des conditions identiques, on a voulu, comme pour le *mètre*, lui donner une base toujours existante, et, la mesure absolue de l'intensité reposant déjà sur la mesure du magnétisme terrestre, on a choisi comme force électro-motrice du courant employé dans l'expérience, non pas la force due à une action chimique qui n'aurait pas présenté une constance suffisante, mais la force d'induction engendrée par le mouvement uniforme d'un conducteur dans le champ magnétique de la terre. La résistance que l'on mesure est alors celle d'un certain nombre de tours de fil de maillechort enroulé sur un anneau tournant autour d'un diamètre vertical, et cette résistance s'exprime en unités absolues en fonction de la longueur du fil, de la vitesse angulaire et du rayon de l'anneau, et de la déviation que prend un petit aimant suspendu à son centre.

2. La capacité d'un condensateur en mesure statique s'obtient par comparaison avec un condensateur *absolu*, c'est-à-dire un condensateur de forme géométrique, dont la capacité peut être calculée d'après ses dimensions.

ouvert, ou fermé très peu de temps. En accouplant des éléments en série, on formera des multiples, dont il sera bon toujours de vérifier l'exactitude par comparaison électrique avec l'étalon-unité. Enfin, avec une pile donnée et une série de résistances égales, on réalise une échelle décroissante de potentiels.

Une fois en possession de ces étalons matériels, il est clair qu'on a un étalon d'intensité par l'intensité du courant produit par l'élément étalon dans un circuit de l'unité de résistance, et un étalon de quantité par la charge que l'élément étalon communique au condensateur étalon.

Toutes les grandeurs électriques ayant ainsi leur étalon, leur mesure absolue pour toutes se réduit dans la pratique à une comparaison de grandeurs de même espèce[1].

Pour comparer des grandeurs de même espèce, on a trois manières de procéder :

1° On *oppose* la grandeur inconnue à une grandeur connue, de façon que leurs effets se contrarient; on constate la *différence* et on voit quelle est la plus grande des deux. On prend alors une grandeur connue plus petite ou plus grande que la première et on arrive par tâtonnements à *réduire à zéro* ou à *compenser* l'effet de la grandeur inconnue, à obtenir l'*équilibre* ou la *balance* des effets; de l'égalité des effets on conclut à l'égalité des grandeurs. D'où les noms de méthodes d'*opposition, différentielles*, de *réduction à zéro*, de *compensation*, d'*équilibre*, de *balance*. Le type, c'est la pesée ordinaire. Comme il s'agit seulement de constater la destruction de l'effet que produit individuellement chacune des grandeurs, l'instrument d'observation est simple et on se préoccupe surtout de lui donner une grande sensibilité; mais on a besoin d'un étalon susceptible d'une variation continue ou d'une série d'étalons gradués. Si l'on a les moyens de réduire ou d'amplifier un des effets dans une proportion connue, il ne sera pas nécessaire que la valeur numérique de l'étalon variable, dont on dispose, reproduise celle de la grandeur à mesurer. Il suffira, dans ce cas, de constater l'égalité de l'effet réduit ou amplifié avec l'autre effet intégral et on en conclura le rapport des grandeurs. Ainsi avec une balance, dont l'un des bras a une longueur double de l'autre, un poids peut être équilibré par un poids moitié moindre. C'est le principe appliqué dans les mesures électriques quand on se sert d'un *galvanomètre différentiel* à circuits inégaux ou quand on met

1. Pour passer d'un système d'unités à un autre, il est indispensable de connaître dans chaque système les dimensions des unités, c'est-à-dire la puissance à laquelle chaque unité fondamentale entre dans les unités dérivées. Or les dimensions des unités de résistance et de capacité ne renferment pas la masse; il en résulte que si on prenait le poids, au lieu de la masse, comme unité fondamentale, à la seule condition de conserver les mêmes unités de longueur et de temps, les étalons matériels de résistance et de capacité conserveraient leurs valeurs absolues : fait à noter, car il s'agit précisément des seules grandeurs qui ne puissent être mesurées d'une façon indépendante par des instruments absolus.

une dérivation sur un des circuits égaux, et aussi quand on emploie des branches de proportions inégales dans le *pont* ou *balance de Wheatstone*.

2° Une grandeur inconnue produit un certain effet, on lui substitue une grandeur connue capable de produire le même effet. On conclut à l'égalité par l'axiome : deux quantités égales à une troisième sont égales entre elles. Le type, c'est la double pesée. Les instruments d'observation devront toujours donner la même indication pour la même valeur de la quantité à mesurer et avoir une échelle divisée pour enregistrer cette indication. Mais il n'est pas nécessaire de connaître la relation entre la lecture et la valeur correspondante de la quantité. Les divisions de l'échelle pourront donc être arbitraires. La méthode exigera, comme la précédente, un étalon variable ou des étalons gradués. On pourra aussi réduire l'un des effets ou les deux effets dans une proportion connue; on y sera quelquefois obligé pour ramener les indications de l'instrument dans les limites de l'échelle : c'est l'objet des dérivations dans les mesures électriques.

3° On mesure séparément l'effet de la grandeur inconnue et celui d'une grandeur *fixe* connue : du rapport des effets on déduit celui des grandeurs. On n'a besoin que d'un étalon fixe, mais l'instrument d'observation doit être tel que les lectures de l'échelle soient proportionnelles aux quantités à mesurer, et alors le rapport des lectures fait connaître celui des quantités; ou bien, que les quantités à mesurer soient proportionnelles à une fonction connue des indications de l'instrument (comme, par exemple, le sinus ou la tangente) et alors le rapport des quantités est égal à celui des valeurs des fonctions. Si on a un instrument à indications proportionnelles dont la constante a été déterminée, une seule observation faite avec la quantité inconnue donnera sa mesure absolue. Le type, c'est la pesée par les balances romaines, les pesons et les bascules. Comme dans les méthodes précédentes, si les indications de l'instrument venaient à sortir des limites de l'échelle, on réduirait au préalable la quantité correspondante dans une proportion connue, de manière à rendre l'observation possible.

En résumé, trois catégories de méthodes :

1° Méthodes dites de *réduction à zéro*, dans lesquelles la chose à observer est la non-existence d'un phénomène. L'instrument n'a pas besoin d'échelle, mais il faut un étalon variable ou des étalons gradués.

2° Méthodes dites de *substitution*, dans lesquelles le phénomène est simplement enregistré. L'instrument a une échelle arbitraire, mais il faut encore un étalon variable ou des étalons gradués.

3° Méthodes plus spécialement dites de *comparaison*, dans lesquelles le phénomène observé est évalué numériquement; il faut un instrument

de *mesure*, mais un étalon fixe suffit et on peut s'en passer, si l'on connaît la constante de l'instrument.

Pour mesurer les phénomènes électriques, il faut donc : 1° des instruments d'observation; 2° des étalons fixes ou gradués de résistance et de capacité; 3° certains appareils accessoires pour la commodité des expériences.

### V. Appareils de mesure électrique.

#### *Instruments d'observation.*

Les instruments d'observation des phénomènes *électro-statiques* sont les *électroscopes* et les *électromètres*. Les électromètres permettent d'évaluer numériquement les charges électriques ou les différences de potentiel; les électroscopes constatent simplement leur existence; mais avec un électroscope sensible, on obtiendra des mesures indirectes par l'emploi des méthodes de réduction à zéro. Une lame d'or délicatement suspendue entre deux corps possédant des charges électriques contraires (*électroscope de Bohnenberger*) constitue un instrument capable de déceler les moindres traces d'électricité : la lame s'incline du côté du corps qui possède une électrisation contraire à la sienne, et la répulsion de l'autre corps s'ajoute à l'attraction de celui-ci [1]. Ce petit appareil permet d'établir rigoureusement les lois fondamentales de l'électricité : développement simultané et en quantités équivalentes des deux espèces d'électrisation, quel que soit le mode de production, frottement, induction, actions chimiques; absence absolue d'électrisation à l'intérieur d'un conducteur creux, d'où l'on peut conclure mathématiquement que les forces électriques suivent la loi de l'inverse carré des distances. L'égalité de deux charges contraires se reconnaît en constatant qu'il n'y a plus d'électrisation quand on les réunit : d'où l'application de l'électroscope à la mesure des capacités [2].

La *balance de torsion*, dont Coulomb s'est si bien servi pour poser les fondements de la science électrique, est un instrument absolu; car la torsion qui fait équilibre à l'action électrique peut se mesurer en unités absolues.

1. Le principe de l'électroscope de Bohnenberger (feuille d'or entre les deux pôles d'une pile sèche) a été appliqué par M. Thomson à son électromètre à quadrants et au *syphon-recorder*, employé comme récepteur de télégraphie sous-marine. Il est aussi utilisé dans quelques électro-dynamomètres.

2. Avec un simple électroscope à balles de sureau, Cavendish (1771-1781) a vérifié de cette façon que les phénomènes électriques obéissent à la grande loi de la nature, précédant ainsi les mesures directes de Coulomb (1787). Avec le même instrument, il a construit des condensateurs à feuilles d'étain étalonnés par comparaison avec une sphère suspendue au milieu de son laboratoire et découvert ainsi le phénomène que Faraday a retrouvé en 1837 et qu'il a appelé la *capacité inductive spécifique*. Les recherches de Cavendish ont été publiées seulement en 1879, par les soins de Clerk Maxwell. Rappelons encore les expériences remarquables par lesquelles, avec l'électroscope à décharges, Gaugain a vérifié sur des conducteurs médiocres les lois de Ohm dans l'état permanent et l'état variable, et établi que les phénomènes de conduction et ceux d'induction sont régis par les mêmes lois mathématiques.

Dans cet instrument, comme d'ailleurs dans tous les appareils électrométriques, il importe d'être garanti contre l'induction des corps extérieurs et surtout contre l'électrisation irrégulière des parois de la cage de verre. Faraday a donné le moyen pratique d'y arriver par l'emploi d'un *écran électrique*, c. à. d. d'une cage de métal, ou en fil ou feuille de métal, qu'on interpose entre la cage de verre et les parties essentielles de l'instrument et qu'on met en communication avec la terre, ou, dans certaines expériences, avec une source à potentiel constant. La balance de torsion mesure directement la charge de la boule fixe; mais si l'on met celle-ci en communication, par un fil métallique long et fin, avec un corps électrisé situé à distance, l'instrument donne les mêmes indications, quel que soit le point du corps touché avec le fil, et mesure alors la différence de potentiel entre ce corps et la cage de l'appareil.

*L'électromètre de Peltier* est un instrument à graduation arbitraire, dans lequel la force électrique est équilibrée par l'action de la terre sur une aiguille aimantée solidaire du conducteur mobile.

*Sir William Thomson* a construit une série d'électromètres dont l'ensemble permet de mesurer des différences de potentiel depuis $\frac{1}{100}$ d'élément Daniell jusqu'à 80 ou cent mille de ces éléments, c. à. d. jusqu'aux potentiels les plus élevés des machines de frottement. Le plus sensible de tous, l'*électromètre à réflexion* ou *électromètre à quadrants*, dérive de l'électroscope de Bohnenberger. Une aiguille d'aluminium, en forme de deux secteurs de cercle opposés par le sommet, est suspendue au centre d'une boîte en métal ronde et plate, coupée en quatre quarts ou *quadrants* ne se touchant point, mais reliés électriquement deux à deux et en croix. On fait communiquer chacune de ces deux paires de quadrants avec l'un des corps dont on veut mesurer la différence de potentiel; à l'aide d'un petit multiplicateur d'induction statique ou *rechargeur*, on donne à l'aiguille une charge d'un potentiel très élevé : une *jauge électrométrique* contrôle la constance de cette charge. Pour éviter que des pertes accidentelles ne diminuent beaucoup le potentiel de l'aiguille, celle-ci est reliée à une bouteille de Leyde à grande surface, dont la cage de verre de l'instrument est le diélectrique, et qui constitue un grand réservoir d'électricité dont le niveau ne baisse pas sensiblement s'il n'y a que de petites fuites, et peut d'ailleurs toujours être rétabli par le rechargeur. Pour de *petites déviations*, la force qui s'exerce entre l'aiguille et les deux paires de quadrants est proportionnelle au potentiel de l'aiguille et à la différence de potentiel des corps reliés aux quadrants. Cette force est équilibrée par la torsion de la suspension à [illegible] ou bifilaire, qui, dans ces conditions, est proportionnelle à l'angle de déviation. Les indications sont [illegible] amplifiées par la méth[illegible] réflexion (miroir, lampe et échelle) : l'effet est le même que si

était prolongée par un style sans poids dont l'extrémité parcourerait les divisions d'un cercle de rayon double de la distance du miroir à l'échelle.

On a essayé de simplifier cet instrument en remplaçant la boîte des quadrants par un plateau, en supprimant le rechargeur et la jauge; mais alors la proportionnalité des différences de potentiel aux déviations n'est plus vraie que dans des limites très étroites.

L'électromètre à quadrants n'est *symétrique*, c. à. d. ne donne des déviations égales et contraires pour des différences de potentiel égales et de signes contraires, qu'autant que les potentiels dont on mesure la différence sont eux-mêmes égaux et de signes contraires. Cette condition est remplie quand on mesure la force électro-motrice d'une pile. Mais si l'une des paires de quadrants est reliée à la terre, l'autre étant toujours en communication avec le corps électrisé, les déviations pour des valeurs égales du potentiel sont plus grandes quand il est négatif, que quand il est positif, en supposant l'aiguille électrisée positivement : ce qui est un inconvénient dans les appareils à enregistrement photographique, tels que ceux employés dans l'étude de l'électricité atmosphérique. M. *Mascart* a rendu l'appareil toujours symétrique dans ses indications en mettant l'aiguille en communication avec le corps dont on cherche le potentiel, et les quadrants avec les parties opposées d'une pile fournissant l'électrisation auxiliaire.

L'*électromètre absolu* de M. Thomson et ses autres électromètres (*portatif*, *à longue échelle*) dérivent de l'*électromètre à disques de Harris :* dans ce dernier, l'action électrique entre deux disques parallèles et très voisins, dont l'un suspendu au plateau d'une balance et l'autre placé au-dessous, était équilibrée par des poids dans l'autre plateau. Dans les instruments de M. Thomson, l'action électrique est équilibrée par la force *constante* d'un poids ou d'un ressort, et le potentiel se déduit de cette force et de la distance, mesurée par une vis micrométrique, qui sépare les disques quand l'équilibre est atteint. Il faut signaler, dans l'électromètre absolu, l'*anneau de garde* qui entoure de très près le disque mobile, lequel devient ainsi la partie centrale d'un grand disque composé du disque mobile et de l'anneau : avec cette disposition, les irrégularités que les bords amènent dans la distribution électrique se produisent sur l'anneau fixe et non sur la partie mobile, et on rentre dans les conditions de la théorie.

Erman (1809) et plus tard Draper (1845) ont reconnu qu'une colonne étroite de mercure, dont le ménisque terminal est en contact avec de l'eau acidulée, se déplace brusquement sous l'influence d'un courant électrique assez faible pour ne pas décomposer l'eau. Sur le même principe[1], M. *Lippmann* (1873) a construit un *électromètre capillaire* qui

1. Wheatstone (1875) a imaginé un *relais à mercure*, destiné aux transmissions télégraphiques par les câbles sous-marins, reposant sur la découverte d'Erman.

ne donne des déviations proportionnelles que sur une échelle très courte, mais qui, en raison de son extrême sensibilité, convient très bien aux méthodes de réduction à zéro.

L'étude des phénomènes de *courant* fournit plusieurs catégories d'instruments de mesure correspondantes aux divisions de cette étude. L'observation des phénomènes *mécaniques* a donné naissance aux *galvanomètres*, fondés sur l'action des courants sur les aimants, et aux *électrodynamomètres*, fondés sur l'action des courants sur les courants.

On peut faire entre les *galvanoscopes* et les *galvanomètres proprement dits* la même distinction qu'entre les électroscopes et les électromètres. Les galvanoscopes ordinaires consistent en un cadre ou bobine renfermant un certain nombre de tours de fil métallique isolé par de la soie et entourant une aiguille de *déclinaison* ou d'*inclinaison*, qui oscille sur un pivot central. On augmente la sensibilité par l'emploi d'une suspension en fil de cocon et d'un couple d'*aiguilles astatiques*[1] : tantôt l'une des aiguilles est intérieure au cadre et l'autre extérieure, tantôt chaque aiguille a son cadre spécial et les fils des deux cadres sont reliés de façon que leurs actions s'ajoutent. Dans le premier cas, l'aiguille extérieure peut servir elle-même d'aiguille *indicatrice*, en la prolongeant, s'il est nécessaire, par un style léger parcourant les divisions d'un cadran; dans le second cas, le système est muni d'une indicatrice spéciale montée sur l'axe commun des aiguilles aimantées. Pour éviter d'avoir à orienter l'instrument, on crée, à l'aide d'un *aimant directeur*, un méridien artificiel qui ramène l'aiguille au zéro de la graduation quand le courant cesse de passer. Si les pôles de l'aimant directeur sont disposés comme ceux de la terre, cet aimant ajoute son action à celle de la terre; s'ils sont disposés inversement, les deux actions se retranchent, et en plaçant l'aimant à une distance convenable, on peut les faire se compenser et rendre l'appareil tout à fait astatique.

Le *galvanomètre différentiel* (*Becquerel*) sert à constater l'égalité de deux courants: par l'enroulement simultané sur le cadre de deux fils identiques, on a deux circuits égaux que l'ont fait parcourir en sens contraires par les courants que l'on compare. En donnant aux deux circuits des nombres de tours différents, on établit entre leurs actions un certain rapport que l'on détermine expérimentalement et l'instrument fait connaître si les deux courants comparés sont entre eux dans ce rapport, qui est la *constante* de l'instrument. Quelquefois le second

1. Un couple d'aiguilles *astatiques* se compose de deux aiguilles solidaires, ayant à peu près la même aimantation, et disposées parallèlement avec les pôles contraires en regard; l'action directrice de la terre sur un pareil système est la différence des actions qu'elle exerce sur chacune des aiguilles.

circuit est constitué par une bobine *extérieure* au cadre et placée à une distance variable de l'aiguille. On peut comparer alors des courants très différents, en envoyant le plus fort dans la bobine extérieure. Celle-ci est mobile sur une règle divisée, et on détermine la constante pour un certain nombre de positions de la bobine (*méthode différentielle de Siemens*).

Les *galvanomètres* ou *boussoles des sinus ou des tangentes* (*Pouillet*) permettent de comparer les courants par les sinus ou les tangentes de leurs indications. Dans la *boussole des sinus*, le cadre est mobile autour d'un axe vertical : quand le courant fait dévier l'aiguille, on tourne le cadre en la suivant jusqu'à ce qu'elle s'arrête dans son plan et on lit l'angle dont le cadre a tourné. La proportionnalité aux sinus est rigoureuse et il n'est pas nécessaire que le cadre soit circulaire ; mais l'instrument ne peut mesurer tous les courants, car la valeur de 90°, qui est la plus grande que puisse atteindre l'angle, correspond à une certaine intensité finie.

Dans la *boussole des tangentes*, le cadre est fixe et on lit la déviation de l'aiguille : elle peut servir à la mesure des courants de toute intensité, puisque la déviation de 90° correspond à une tangente infinie ; mais, au delà de 45°, l'instrument est peu sensible, car il faut une grande différence entre les tangentes pour avoir une différence appréciable entre les angles. La théorie de cette boussole suppose que les pôles de l'aiguille restent toujours à la même distance des diverses parties du courant : pour se rapprocher de cette condition, il faut que l'aimant soit très petit et que le cadre soit circulaire et de grand diamètre. On prolonge d'ailleurs l'aimant par un style indicateur dont l'extrémité parcourt les divisions de la graduation.

La boussole des tangentes peut servir de boussole des sinus en rendant le cadre mobile et remplaçant l'aiguille des tangentes par une aiguille ordinaire en forme de losange allongé.

*Le multiplicateur conique de M. Gaugain* se rapproche beaucoup plus que le galvanomètre ordinaire des tangentes des conditions de la théorie : le cadre forme la base d'un cône droit au sommet duquel est placée l'aiguille, la hauteur du cône étant la moitié du rayon de base. On double l'action avec deux cadres placés symétriquement de chaque côté de l'aiguille.

*Weber* mesure les courants par l'action d'un cadre rectangulaire sur un *magnétomètre* (barreau aimanté suspendu) placé à distance. La déviation est très petite, mais il compense cette petitesse par la précision de la mesure en empruntant à *Gauss* le principe de la réflexion : un miroir collé à l'aimant réfléchit une échelle divisée disposée à quelque distance, et on lit la division réfléchie qui passe au réticule d'une lunette placée sur l'échelle.

Pour obtenir que l'aiguille se fixe du premier coup à sa position d'équilibre, Weber a *amorti* les oscillations en entourant l'aimant d'une masse de cuivre rouge, qui arrête les vibrations autour de la position d'équilibre par l'effet des courants induits que l'aimant en mouvement développe dans la masse. C'est le principe des galvanomètres *apériodiques* ou *amortisseurs*. On peut se contenter de placer sur le prolongement de la suspension une plaque d'aluminium plongeant dans un vase rempli d'eau à hauteur convenable.

La boussole des tangentes devient un *instrument absolu* si l'on connaît le nombre des tours de fil, les dimensions du cadre et la valeur de la composante horizontale du magnétisme terrestre. Il en est de même de la boussole des sinus, quand le cadre est circulaire et l'aimant très petit. Comme ces données sont difficiles à obtenir exactement, il vaut mieux déterminer la *constante* par comparaison électrique avec une grande *bobine-étalon*, construite de façon à rendre aussi uniforme que possible dans sa partie centrale le champ de force qu'elle développe, et ne contenant que quelques tours de fil afin de pouvoir déterminer avec précision la longueur et la position de chacun d'eux et calculer leur action. On prend la constante en plaçant le galvanomètre dans l'intérieur de la bobine-étalon, de façon que les tours de fil des deux bobines soient concentriques et dans le méridien magnétique; puis on envoie, dans les deux circuits, des courants de direction inverse et dont on fait varier le rapport des intensités, à l'aide de résistances, jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre reste au zéro par l'action combinée des deux bobines. Le rapport des intensités, déduit d'ailleurs des résistances des appareils et de celles introduites dans l'expérience, donne la constante.

Du moment qu'on peut avoir la constante par comparaison avec un instrument absolu, on doit se préoccuper surtout de construire un appareil sensible et donnant des déviations proportionnelles. C'est un point de vue tout différent : on cherche à rendre le champ de force du courant autour de l'aimant très intense et non plus très régulier : au lieu de quelques tours de fil enroulé sur un grand cadre, on prend des bobines ne laissant à l'aimant que l'espace nécessaire pour osciller librement, et on met le plus grand nombre de tours possible dans le voisinage de l'aimant, en formant les premières spires de fil très fin, sauf à employer pour les dernières du fil plus gros afin que l'appareil n'ait pas une résistance trop grande. On donne aux bobines une forme cylindrique aplatie, car les tours de fil placés suivant l'axe de l'aiguille ont plus d'action que ceux disposés latéralement. L'aimant est un tout petit ressort de montre, afin de ne pas trop s'écarter cependant des conditions théoriques; pour augmenter l'aimantation, on en prend plusieurs et on les colle au dos d'un petit miroir très léger. Une lampe placée derrière une échelle divisée, à la distance de $0^m,75$ ou $1^m$ du miroir,

envoie sur celui-ci un faisceau lumineux à travers une fente de l'échelle. Un aimant directeur ramène, au repos, l'image réfléchie de la fente sur le zéro de l'échelle. Quand on fait passer le courant, les lectures de l'échelle sont égales au produit de la distance de l'échelle au miroir par la tangente d'un angle double de la déviation du miroir. Mais comme ces déviations, ramenées dans les limites de l'échelle, sont toujours très petites, on peut remplacer tang. $2\delta$ par $2$ tang. $\delta$, en sorte qu'on a par le fait un galvanomètre des tangentes dont l'aiguille indicatrice atteint une longueur de $1^m,50$ ou 2 mètres, tout en restant impondérable, et dont les déplacements, sur une échelle droite divisée en parties égales, sont proportionnels à l'intensité du courant. Pour les courants intenses, on ramène les déviations dans les limites de l'échelle en ajoutant des résistances dans le circuit du courant, ou en dérivant une portion du courant à travers une résistance reliant les deux bornes auxquelles aboutit le fil du cadre. Habituellement chaque instrument est muni de trois *bobines de dérivation*, que l'on introduit à volonté et qui ne laissent passer autour de l'aimant que le $\frac{1}{10}$, le $\frac{1}{100}$, ou le $\frac{1}{1000}$ du courant total.

En multipliant par 10, 100 ou 1000 la déviation obtenue, on obtient la déviation qui correspond au courant total; mais il faut remarquer que ce courant total est plus fort que le courant qui aurait traversé le galvanomètre, s'il n'eût pas été dérivé; car la résistance de l'appareil a été réduite par la dérivation. On évitera ce changement en employant des *résistances de compensation*, convenablement calculées, que l'on ajoute dans le circuit principal en même temps que l'on introduit les dérivations. Certains galvanomètres ont ainsi leur jeu de dérivations complété par les résistances de compensation correspondantes. Les dérivations permettent de comparer des courants très inégaux.

Le galvanomètre à miroir le plus simple est le *galvanomètre parlant*, employé comme appareil de réception dans la télégraphie sous-marine : le miroir et l'aimant sont fixés à un fil tendu par ses deux bouts dans un petit cylindre de cuivre introduit dans l'ouverture centrale.

Dans le *galvanomètre marin*, destiné aux essais des câbles électriques à bord des navires, on a soin que le fil tendu passe par le centre de gravité du système formé par l'aimant et le miroir, pour éviter les oscillations du roulis et du tangage. Enfin, pour préserver l'instrument des perturbations que produiraient les forces magnétiques extérieures, (notamment le déplacement des masses de fer des machines en mouvement et la variation de la masse de fer qui constitue l'armature du câble et qui change à tout instant pendant l'immersion ou le relèvement), on l'entoure d'une cage épaisse en fer; car le magnétisme ne traverse pas une enceinte magnétique d'épaisseur suffisante.

Les *galvanomètres astatiques à réflexion* ont une bobine autour de *chaque aimant*. L'aimant supérieur, ou le système des petits aimants,

est collé au miroir; l'aimant inférieur est muni d'une petite girouette en aluminium pour amortir les vibrations par la résistance de l'air. Dans quelques instruments, dans ceux destinés à des cours, par exemple, on empêche les vibrations de la salle de se communiquer au miroir, en prolongeant la tige d'aluminium, qui rend les aimants solidaires, et la terminant par une lame du même métal plongeant dans l'eau ou l'huile.

Dans le *galvanomètre astatique différentiel à réflexion*, les bobines supérieure et inférieure qui entourent chacun des aimants astatiques sont formées de deux parties : les deux moitiés antérieures de chacune des bobines constituent un des circuits, et les deux moitiés postérieures l'autre circuit. Pour avoir un appareil parfaitement différentiel, on égalise séparément l'effet magnétique de chaque circuit et leur résistance. Pour cela, on ajoute au circuit le plus faible quelques tours de fil que l'on place dans un tube de laiton, qui peut glisser dans un tube fixe situé derrière la bobine supérieure, sur le prolongement de l'axe du miroir. En approchant ou éloignant le tube mobile de l'aimant, on arrive à l'égalité complète des deux actions. On compense ensuite, s'il y a lieu, l'inégalité de résistance des deux circuits, par une résistance auxiliaire, placée dans le circuit le moins résistant, de façon à ne pas agir sur l'aimant.

Les quatre extrémités des circuits aboutissent à quatre bornes, qui établissent les communications de l'instrument soit en différentiel, soit en simple avec l'un ou l'autre des circuits, ou avec les deux circuits parcourus successivement par le courant de façon à ajouter leurs effets (disposition en *tension*), ou avec les deux circuits parcourus simultanément et parallèlement par le courant de façon à ajouter aussi leurs effets (disposition en *quantité*). Dans la disposition en quantité, la résistance est réduite au quart de celle de l'appareil disposé en tension. Le jeu de *dérivations* correspond à la disposition en tension.

Le *galvanomètre différentiel de M. Clark*, qui est destiné à être transporté, a une aiguille aimantée ordinaire montée sur un pivot. Chaque circuit est muni d'une dérivation au $\frac{1}{100}$.

En donnant au galvanomètre une résistance très grande par rapport aux autres résistances du circuit, on pourra comparer directement, par les intensités des courants qu'elles produisent, les différences de potentiel de deux points reliés à l'instrument, ou les forces électro-motrices de diverses sources (galvanomètre de *tension*). Par contre, si l'on veut étudier les variations d'intensité d'un courant, ou mesurer la résistance intérieure d'une source, ou comparer des courants sans les altérer sensiblement, la résistance du galvanomètre doit être faible par rapport aux résistances du reste du circuit ou des sources que l'on étudie (galvanomètre de *quantité*).

Certains galvanomètres sont munis de deux circuits, l'un très résistant,

l'autre peu résistant. Ils ont souvent deux graduations obtenues par comparaison avec un instrument absolu, l'une en *Volts* pour les potentiels, l'autre en *Webers* pour les intensités.

Divers instruments ont été récemment imaginés pour la mesure des courants énergiques engendrés par les machines magnéto ou dynamo-électriques. On peut se servir à cet effet du *galvanomètre d'Obach*, qui est un galvanomètre des tangentes dont le cadre vertical est rendu mobile autour de son diamètre horizontal et peut s'incliner plus ou moins sur le plan de l'aiguille. La déviation pour une intensité donnée est proportionnelle au *cosinus* de l'angle du cadre avec la verticale, et par suite diminue quand cet angle croît. On l'appelle aussi *galvanomètre des cosinus*.

Le *galvanomètre à arête de M. Deprez* n'a pas d'aiguille aimantée en acier, mais il est muni de 18 petites aiguilles en fer doux, montées parallèlement sur la même arête ou axe commun, et placées entre les longues branches d'un fort aimant en fer à cheval qui les polarise et les dirige dans son plan. Le fil est enroulé sur un cadre situé entre les aiguilles et les branches de l'aimant. Une aiguille indicatrice fixée à angle droit sur l'axe parcourt une graduation, et l'instrument peut être étalonné par comparaison avec un instrument absolu ; ou bien encore, on équilibre l'action magnétique par un poids mobile sur un bras de levier solidaire de l'axe. Dès que le courant passe, l'aiguille saute brusquement à sa nouvelle position d'équilibre, où elle vibre un instant comme un diapason[1].

Dans un autre *mesureur de courant*, M. Deprez remplace les aiguilles de fer doux et le cadre fixe par une bobine de fil enroulé longitudinalement, dont l'axe est placé entre les branches de l'aimant permanent et parallèlement à elles. L'aimant et la bobine sont disposés tantôt horizontalement, tantôt verticalement. Dans le premier cas, le courant pénètre par des godets de mercure dans la bobine mobile : elle s'incline dans un sens ou dans l'autre et l'action est mesurée par la distance à laquelle il faut placer un poids sur un levier solidaire de la bobine, pour la ramener à sa position initiale. Dans le second cas, la bobine est suspendue par les fils qui amènent le courant et dont la torsion fait équilibre à l'action électrique. Un miroir porté par la bobine permet d'appliquer la méthode de réflexion à la mesure de la déviation. Par une disposition imitée du *syphon-recorder de Thomson*, on concentre les lignes de force du champ sur les tours de fil à l'aide d'un cylindre de

1. Ce galvanomètre est donc *apériodique*. Un instrument devient apériodique quand la période des vibrations propres de la partie mobile est très petite par rapport à la durée du phénomène à enregistrer. D'où la règle pratique qu'il faut donner à la partie mobile (l'aiguille ou l'aimant et le miroir) une masse très faible et employer une force directive très grande. *Cette règle a déjà été appliquée par M. Thomson dans son dead bead speaking galvanometer.*

fer doux *fixe*, placé à l'intérieur de la bobine. Ces appareils sont munis d'un second circuit, consistant en une lame étroite d'aluminium formant un simple cadre rectangulaire très peu résistant, que traverse le courant.

Enfin, pour mesurer la différence de potentiel entre deux points du circuit d'une machine dynamo, MM. *Siemens et Halske* emploient un *galvanomètre de torsion*, dans lequel la force exercée sur un aimant, en forme de dé à coudre renversé, fendu longitudinalement et dont chaque moitié constitue un pôle, est équilibrée par la torsion d'un ressort en spirale.

Deux courants peuvent encore être comparés par la force attractive qu'exerce sur une armature de fer doux un électro-aimant, placé successivement dans le circuit de chacun d'eux. C'est le principe de la *balance électro-magnétique de M. Becquerel.*

Pour compléter l'énumération des instruments destinés à la mesure des courants permanents par leurs phénomènes magnétiques, ajoutons que le *téléphone*, grâce à sa sensibilité, peut être employé comme galvanoscope dans les méthodes de réduction à zéro. Comme il ne fonctionne que sous l'action de courants vibratoires, il faut avoir soin d'intercaler un trembleur ou un diapason entretenu électriquement, qui ouvre et ferme le circuit à de très petits intervalles.

La *quantité* d'électricité qui passe dans un courant instantané, tel qu'un courant d'induction ou les courants de charge et de décharge des condensateurs, se déduit, par application des formules balistiques, de l'*élongation*, c'est-à-dire de la déviation instantanée et passagère que prend l'aiguille par l'effet de l'impulsion qu'elle reçoit. Il importe, pour avoir des résultats dignes de confiance, que cette élongation ne soit pas diminuée par la résistance de l'air. On appelle *galvanomètres balistiques* les instruments dans lesquels cette précaution est prise. MM. *Ayrton et Perry* se servent d'un galvanomètre astatique à réflexion dans lequel ils remplacent chaque aimant par un système de 20 petits aimants, formant la charpente d'une sphère dont la surface est composée de segments taillés dans une balle de plomb creuse. Deux sphères pareilles, réunies par une tige, constituent un système astatique, au mouvement duquel l'air n'oppose qu'une résistance négligeable.

Les *électro-dynamomètres* sont les appareils de mesure fondés sur l'action des courants sur les courants. Ils donnent des indications proportionnelles au carré de l'intensité des courants, et par suite indépendantes du sens du courant. Ils sont donc très propres à la mesure des *courants alternatifs*, tels que les courants d'induction.

L'avantage de ces instruments sur les galvanomètres, pour des mesures absolues, consiste en ce que, ne renfermant pas d'aimants, il est facile de rendre leurs indications indépendantes du magnétisme terrestre. L'*électro-dynamomètre de Weber* se compose d'une bobine fixe et d'une bobine intérieure à suspension bifilaire, dont les spires sont concentriques à celles de la bobine fixe, les axes des deux bobines étant d'ailleurs à angle droit. Les fils de suspension amènent le courant de l'une à l'autre, et la torsion du bifilaire fait équilibre à l'action des bobines. Les déviations de la bobine mobile sont enregistrées par la méthode du miroir [1].

L'Association Britannique a fait construire un *grand électro-dynamomètre étalon* pour la détermination des constantes des galvanomètres et plus généralement des bobines ou hélices (nombre de tours, somme des aires des cercles, etc.). La bobine fixe de cet appareil est la bobine étalon, dont on a parlé à propos des galvanomètres; la bobine mobile peut être enlevée et remplacée par le galvanomètre ou l'hélice dont on veut mesurer les constantes.

Dans l'*électro-dynamomètre à poids* ou *balance électro-dynamique*, la bobine mobile est placée à l'extrémité d'un fléau de balance, et on mesure l'attraction de la bobine fixe, placée parallèlement à la première et au-dessous d'elle, par le poids qui lui fait équilibre à l'autre bout du fléau.

Dans d'autres appareils, la bobine mobile est suspendue à l'un des bras d'une balance de torsion, entre deux bobines parallèles fixes, dont l'une l'attire et l'autre la repousse, de façon que les actions s'ajoutent. En répétant cette disposition sur l'autre bras, on double l'action et l'effet du magnétisme terrestre est détruit, si les bobines suspendues sont traversées par le courant dans des directions opposées.

Les électro-dynamomètres sont employés dans la pratique pour la mesure des courants alternatifs des machines dynamo. MM. *Siemens et Halske* ont construit à cet effet un *électro-dynamomètre de torsion* qui mesure les intensités, tandis que leur galvanomètre de torsion mesure les potentiels.

La quantité et l'intensité se mesurent par les *phénomènes électro-chimiques* à l'aide des *voltamètres*. Tous les voltamètres traversés par le

1. La bobine bifilaire peut être indépendante de la bobine fixe et placée à distance avec son centre sur le prolongement de l'axe de la bobine fixe ou sur la perpendiculaire à cet axe menée par le centre de celle-ci; en d'autres termes, les axes des deux bobines peuvent être placés dans les positions relatives des *aimants de Gauss*. La théorie des appareils ainsi disposés, comme celle des galvanomètres et des bobines agissant à distance sur des magnétomètres, se déduit simplement de la théorie des aimants de Gauss, en remplaçant les bobines par leurs aimants *équivalents*.

même courant décomposent la même quantité d'électrolyte : leurs indications sont donc *absolues*, en ce sens qu'elles ne dépendent pas de l'instrument particulier dont on s'est servi, tandis que les instruments magnétiques ou dynamiques ont chacun leur constante propre. On s'est servi longtemps comme unité de courant du volume du gaz détonant, ou du volume de l'hydrogène seulement, ou du poids de ce gaz dégagé dans une minute dans un *voltamètre à eau acidulée*. Le poids dégagé dans un temps donné mesure alors la quantité d'électricité qui a passé pendant ce temps. Pour des expériences précises, il est préférable d'employer des *voltamètres à sulfate de cuivre* ou à *sels d'argent* avec des électrodes du métal correspondant, c'est-à-dire de cuivre ou d'argent, à raison de l'équivalent élevé de ces métaux. On prend l'accroissement de poids de l'une des électrodes, ou la diminution de poids de l'autre, ou mieux la moyenne des deux ; et connaissant l'équivalent électrochimique du métal, la mesure en webers s'obtient facilement.

Rappelons, mais pour mémoire, car ce n'est pas un procédé usuel, qu'on peut mesurer la force électro-motrice d'un pile par la chaleur de combinaison de ses réactions chimiques.

Les *phénomènes calorifiques* permettent de mesurer l'énergie d'un courant par les méthodes calorimétriques et l'emploi de l'équivalent mécanique de la chaleur. Connaissant le travail et la résistance, la formule de Joule donnera l'intensité en mesure absolue, et l'intensité entrant au carré dans cette formule, la méthode sera applicable aux courants alternatifs.

### *Étalons de résistance et de capacité.*

Une *bobine de résistance* se compose d'un fil métallique de résistance connue, qu'on peut facilement introduire ou supprimer dans un circuit. Le fil est recouvert de soie, puis enroulé *en double*, c'est-à-dire en commençant par le milieu, afin que les courants induits qui circulent dans une moitié soient détruits par ceux qui circulent dans l'autre moitié.

Dans les *étalons* et les *copies de l'unité* BA, ce fil, le plus souvent en maillechort (argent allemand), quelquefois en platine-iridium ou platine-argent, a de 1 à 2 mètres de long et un diamètre de 0,5 à 0,8 millimètre. Ses extrémités sont soudées à des barres de cuivre : il est recouvert de deux couches de soie, puis noyé dans de la paraffine solide et enfermé dans une cage de laiton mince, afin de pouvoir être plongé dans l'eau et prendre rapidement la température pour laquelle la résistance est exactement d'une unité, température marquée d'ailleurs sur la bobine.

La résistance électrique des alliages choisis est peu affectée par les variations de température, elle est assez grande pour ne pas nécessiter trop de fil; elle ne s'altère pas par la cuisson, c'est-à-dire l'exposition prolongée à une haute température, ce qui est très important, car les alliages qui ne s'altèrent pas par la cuisson ne s'altèrent pas avec le temps; elle change peu par le recuit. Enfin ces alliages ne s'oxydent pas à l'air et sont très ductiles.

Les séries d'étalons gradués constituent des *rhéostats* ou *boîtes de résistance*. Les extrémités du fil de chaque bobine sont soudées à des plaques de cuivre séparées les unes des autres par des trous que l'on peut boucher avec des chevilles de laiton à tête isolante. On introduit une bobine dans le circuit en retirant la cheville du trou correspondant, on la supprime du circuit en enfonçant la cheville.

Les boîtes de résistance renferment le plus souvent 16 bobines, dont les résistances combinées entre elles donnent tous les nombres de 1 à 10 000. Dans d'autres appareils, on a 4 séries de 9 bobines chacune; les bobines de chaque série sont égales entre elles et représentent les unités, dixaines, centaines, etc. La résistance voulue est alors obtenue en introduisant une cheville par série. On peut encore prendre des bobines représentant l'unité et les puissances successives de 2 (système binaire): c'est le système qui exige le moins de bobines et qui permet la vérification la plus facile du rhéostat. Enfin, on obtient des résistances inférieures à l'unité en se servant de bobines disposées en *arcs parallèles* (ou en quantité) : l'inverse de la résistance composée ainsi obtenue est la somme des inverses des résistances individuelles.

D'autres rhéostats ont la forme circulaire, et on fait varier les résistances en déplaçant un bras, mobile autour du centre, et dont l'extrémité vient appuyer sur des contacts placés aux points de jonction des bobines consécutives. Cette extrémité doit avoir une forme telle qu'avant de quitter un contact, elle touche le suivant afin de ne pas couper le circuit pendant qu'on fait varier la résistance.

Le *rhéostat à curseur* est un rhéostat composé de dix ou cent bobines égales dont les jonctions sont reliées à de petits blocs sur lesquels peut glisser successivement un *curseur* muni d'un contact. Mis dans le circuit d'une pile, ce rhéostat fournit une échelle de potentiels très utile dans certaines expériences.

MM. *Thomson et Varley* ont construit une échelle de potentiels, donnant tous les nombres de 1 à 10 000, avec deux rhéostats à curseur : l'un, contenant 101 bobines de 100 ohms chaque, forme le circuit principal; l'autre, composé de 100 bobines de 2 ohms, constitue un circuit dérivé qui peut relier deux points quelconques du premier, pourvu qu'ils soient séparés par deux bobines.

*Le rhéostat de Wheatstone*, composé d'un fil de diamètre uniforme,

enroulé partie sur un vis en ébonite et partie sur un cylindre métallique, donne une résistance qui peut varier d'une *façon continue ;* il est plus simple de se servir d'un fil résistant bien calibré, tendu sur une échelle divisée et sur lequel glisse un curseur muni d'un contact, qui fait varier sa longueur utile ou le rapport des deux résistances comprises entre le contact et les extrémités du fil.

La *balance* ou *pont de Wheatstone* est la méthode de réduction à zéro la plus employée dans la mesure des résistances. Concevons quatre résistances $a,b,c,d$, disposées suivant les quatre côtés d'un quadrilatère dont les diagonales sont occupées l'une par la pile, l'autre par le galvanomètre : aucun courant ne traverse celui-ci, si les résistances satisfont à la relation $ac=bd$; et réciproquement, si le galvanomètre ne dévie pas, c'est que la relation existe ; d'où, connaissant trois des quantités $a,b,d$, on aura, pour la quatrième $c = b\frac{d}{a}$. La méthode peut être appliquée de deux manières : tantôt la résistance de *comparaison* $b$ est variable, et le rapport des *branches de proportion* $\frac{d}{a}$ est fixe ; tantôt la résistance de comparaison $b$ est fixe et le rapport $\frac{d}{a}$ doit pouvoir prendre toutes les valeurs.

La première forme est la plus employée : on place souvent dans la même boîte un rhéostat de 1 à 10 000 unités qui forme la résistance de comparaison variable, et deux séries de trois bobines (10,100, 1000) ; celles-ci forment les branches de proportion entre lesquelles on peut établir des rapports égaux à $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{10}$, 1, 10 et 100, en sorte que l'on peut mesurer des résistances comprises entre 0,01 et 1 000 000.

La seconde forme est ce qu'on appelle le *pont à curseur*, ou *à fil calibré*. Un fil métallique, très résistant et de diamètre bien régulier, est tendu sur une règle divisée ; ses extrémités sont reliées l'une à la résistance fixe de comparaison, l'autre à la résistance inconnue. Un curseur, mobile sur le fil et relié à l'une des bornes du galvanomètre, établit entre les deux parties du fil qu'il sépare un rapport qui peut prendre toutes les valeurs possibles [1]. L'usage d'un fil calibré est peu répandu dans la pratique courante, à cause des précautions nombreuses qu'il faut prendre pour éviter les causes d'erreur ; mais il est appliqué souvent dans le laboratoire, soit à la construction des copies de l'unité comme dans le *pont de l'Association Britannique*, où l'on étalonne par approximations successives ; soit dans la mesure des très petites résistances, comme dans la *double balance de Thomson* et dans celle de *Matthiessen et Hockin*. De même que, pour avoir des mesures de longueur exactes, on substitue le

1. Le *rhéostat à curseur de Thomson et Varley* peut remplacer le fil divisé.

mètre à *traits* au mètre à *bouts*, de même, dans ces deux dernières méthodes, on compare des résistances comprises entre deux traits, et l'on élimine les difficultés tenant à l'imperfection des contacts, soit en rendant les résistances de ces contacts négligeables par rapport à d'autres résistances auxiliaires (Thomson), soit en s'arrangeant de telle sorte que ces résistances fassent partie de la branche du galvanomètre, où elles sont sans influence sur la mesure, puisque, quand l'équilibre est établi, aucun courant ne passe dans cette branche (Matthiessen et Hockin).

Parmi les méthodes de réduction à zéro, il faut citer encore, pour la comparaison des forces électro-motrices, la méthode de *compensation* et celle du *potentiomètre de Clark*, qui est un perfectionnement de la précédente et où l'on opère par une double réduction à zéro.

Le *galvanomètre universel de Siemens* permet de mesurer, soit les résistances par un pont à fil calibré, soit les forces électro-motrices par la méthode de compensation.

S'il n'y a pas courant entre deux points, c'est que ces deux points sont au même potentiel : on peut donc remplacer le galvanomètre par un électromètre dans les méthodes de réduction à zéro.

Les trois méthodes de réduction à zéro, par le *galvanomètre différentiel*, par le *pont de Wheatstone* et par la *compensation de deux piles*, ont une importance pratique considérable ; car, outre leur application aux mesures, elles donnent *trois* solutions de la *télégraphie double*, ou transmission *simultanée* de deux dépêches en sens contraire.

Enfin, quand la résistance inconnue est trop grande pour être mesurée par le pont, on la met en circuit avec une pile et un galvanomètre, et on note la déviation, que l'on compare avec la *constante de sensibilité* du galvanomètre, c'est-à-dire la déviation fournie par la *même* pile dans un circuit d'une résistance connue, 1 megohm par exemple. Si le galvanomètre est à déviations proportionnelles, le rapport des déviations est inverse des résistances totales des deux circuits : d'où l'on déduit la résistance inconnue, connaissant les résistances de la pile et du galvanomètre.

L'*étalon de capacité* est un condensateur composé de feuilles d'étain superposées et séparées les unes des autres par des lames de mica ; on relie ensemble toutes les feuilles de rang pair, et toutes celles de rang impair, et on a les deux armatures que l'on fait aboutir chacune à un bloc de cuivre : pour décharger le condensateur, il suffit d'introduire une cheville métallique entre ces deux blocs. Sa capacité est d'un microfarad. Les condensateurs-étalons en usage sont formés quelquefois de 4 condensateurs, respectivement de 1, 2, 3 et 4 dixièmes d'unité, disposés dans la même boîte de façon à pouvoir être facilement assemblés en surface. On emploie beaucoup, dans la télégraphie sous-marine, des étalons de

$\frac{1}{3}$ microfarad, parce que la capacité d'un mille marin de câble ordinaire en gutta-percha a une valeur très voisine de celle-ci. Pour les condensateurs destinés à des mesures moins précises, tels que ceux employés dans la télégraphie double, on remplace le mica par du papier paraffiné.

Les condensateurs à diélectrique solide sont d'une construction assez simple et donnent une grande capacité sous un petit volume; malheureusement leur capacité n'est pas bien définie à cause des phénomènes de décharge résiduelle [1], et, comme la charge qu'ils prennent dépend de la durée de leur communication avec la source, il faut déterminer cette durée dans les expériences comparatives. L'air est le seul diélectrique sûr pour les étalons ; mais il faut qu'il soit desséché et renfermé dans un vase bien clos, car les moindres poussières changent l'épaisseur de la couche isolante et établissent des dérivations entre les armatures. On a songé naturellement à prendre, comme étalons, les condensateurs *absolus*, c'est-à-dire d'une forme géométrique telle qu'on peut calculer rigoureusement leur capacité en mesure statique, en ayant leurs dimensions : la sphère isolée dont s'est servi Cavendish, ou les deux sphères concentriques de Faraday. Mais une sphère isolée a une capacité faible, et il est difficile d'obtenir deux surfaces bien sphériques et bien concentriques et de mesurer avec précision leur distance et leurs rayons. Les capacités des condensateurs à plaques parallèles et à cylindres concentriques peuvent être calculées approximativement ; ces condensateurs sont précieux dans les expériences électro-statiques, car on peut faire varier leur capacité d'une façon continue, en changeant au moyen d'une vis micrométrique la distance des plaques des premiers ou la longueur des parties qui se recouvrent dans les seconds.

En assemblant des condensateurs en *surface* ou en *cascade*, on obtient des systèmes dont la capacité se calcule facilement ; toutes les questions de condensateurs se ramènent d'ailleurs à des questions de résistances, en traitant un condensateur comme un conducteur dont la résistance aurait pour valeur l'inverse de la capacité. L'inverse de la capacité s'appelle la *résistance inductive*. Il est dès lors facile de comprendre l'application aux mesures de capacité des méthodes de réduction à zéro ; par exemple, la substitution de condensateurs aux résistances dans deux des branches du pont, ou même dans les quatre. On compare aussi les capacités de deux condensateurs en déterminant la valeur des potentiels auxquels il faut les charger, l'un positivement, l'autre négativement, pour

1. Maxwell a démontré mathématiquement que tout diélectrique, qui n'est pas parfaitement homogène, doit donner lieu à des phénomènes de décharge résiduelle, quand bien même chacune des substances qui le composent n'en produirait pas si elle était seule.

qu'ils prennent des charges susceptibles de se neutraliser exactement. Ces expériences peuvent se faire, soit avec l'électromètre, soit avec le galvanomètre ; mais l'électromètre maintient la différence de potentiel qu'il constate entre deux points, tandis que le galvanomètre la détruit. Le premier donne donc des indications *permanentes*, tandis que celles du second sont *passagères*.

Le galvanomètre *balistique* permet de comparer les capacités par les quantités d'électricité que leur communique une même force électromotrice.

On compare enfin les forces électro-motrices par les charges qu'elles donnent à un même condensateur, et c'est là un des usages les plus fréquents des condensateurs dans les mesures électriques.

*Instruments accessoires.*

Les instruments accessoires employés dans la mesure électrique sont très simples et leur mécanisme est facile à saisir à la simple inspection. Ce sont :

Les *commutateurs-interrupteurs*, pour envoyer le courant ou le supprimer à volonté sur une direction ou sur une autre (commutateurs ronds à manette, ou carrés à chevilles) ;

Les *commutateurs-inverseurs*, pour changer le sens du courant, tantôt dans tout le circuit en intervertissant les pôles de la pile, tantôt dans le galvanomètre seulement en intervertissant les fils aux bornes d'entrée et de sortie (commutateurs à roulette, à chevilles, etc.) ;

Les *clés de court circuit*, mettant le galvanomètre ou une résistance hors du circuit, en ouvrant au courant un passage sans résistance ;

Les *clés de contact* (manipulateurs), pour envoyer le courant ; les *clés doubles ou à inversion* (manipulateurs à inversion), pour envoyer à volonté un courant positif ou négatif ; les *clés à trois ressorts*, pour établir et interrompre le contact de pile toujours avant celui du galvanomètre, et éviter ainsi le passage, dans l'instrument, des charges et décharges ;

Les *clés de décharge* (clés de Lambert, de Webb, de Sabine, etc.), qui établissent la communication du circuit avec la pile, ou avec la terre, ou qui l'isolent au contraire à la fois de la pile et de la terre.

## VI. Conclusion.

L'emploi du système absolu a pour résultat de simplifier la solution des problèmes électriques qui se présentent dans la pratique, en supprimant les coefficients d'expérience qui compliquent les formules quand on se sert d'unités arbitraires. « Le mot *absolu*, dit le rapport du Comité de l'Association Britannique de 1862, n'implique nullement *une précision* plus grande dans la mesure, ni une construction plus

parfaite de l'unité employée : il signifie seulement que la mesure, au lieu d'être une simple comparaison avec une quantité arbitraire de la même espèce, est rapportée à certaines unités fondamentales que l'on admet en principe. L'utilité du système absolu se résume à éviter des coefficients en passant d'une espèce d'unité à une autre. Il est évident qu'on peut exprimer tous les rapports entre les diverses grandeurs à mesurer, quelque arbitraires et différentes que soient les unités, mais chaque opération nécessite l'introduction de facteurs ; et de plus *quand les rapports entre plusieurs espèces de mesure ne sont pas immédiatement évidents, l'usage du système absolu conduit beaucoup plus rapidement à une connaissance générale de ces rapports.* »

L'exactitude de cette assertion a été bientôt confirmée de la façon la plus brillante et la plus inattendue, et la connaissance des rapports entre les deux systèmes de mesure absolue a conduit à des résultats de la plus haute importance pour l'avancement de la science. Pour passer d'un système d'unités dérivées à un autre système, il est indispensable de connaître les *dimensions* de ces unités, c'est-à-dire les puissances à laquelle les unités fondamentales de longueur, temps et masse entrent dans l'expression algébrique de l'unité dérivée. En examinant ces dimensions, on voit immédiatement que le rapport entre les unités de quantité ou d'intensité, dans les deux systèmes, s'exprime par une vitesse, et que les rapports entre les autres unités s'expriment par l'inverse de cette même vitesse, ou par son carré, ou par l'inverse de son carré [1]. La valeur numérique de cette vitesse a été obtenue expérimentalement de plusieurs manières, en mesurant une même grandeur électrique dans les deux systèmes, et on a trouvé qu'elle était d'environ trois cent millions de mètres par seconde, c'est-à-dire *sensiblement égale à la vitesse de la lumière* [2] : les divers nombres obtenus par les expérimentateurs ne diffèrent pas plus entre eux que ne diffèrent entre elles les différentes déterminations de la vitesse de la lumière.

1. Le rapport est indépendant de l'unité de masse et par suite resterait le même si l'on prenait le poids comme unité fondamentale.

2. En partant de cette idée qu'un corps électrisé animé d'un mouvement rapide doit produire les effets d'un courant électrique, Maxwell a pu donner une conception physique de la vitesse qui représente le rapport des unités. Imaginons deux plans indéfinis, parallèles, chargés d'électricité de la même espèce, et animés d'un mouvement uniforme dans la même direction ; leurs charges statiques tendront à se repousser, tandis que les courants résultant du mouvement tendront à s'attirer, et, pour une certaine vitesse, il arrivera que leur répulsion électrostatique sera équilibrée par leur attraction électro-dynamique : cette vitesse doit être précisément celle qui représente le rapport des unités, c'est la vitesse de la lumière.

Les expériences récentes de M. Rowland ont justifié cette conception. M. Rowland est parvenu en effet à faire dévier une aiguille aimantée par l'action d'un corps, chargé d'électricité statique, auquel il imprimait un mouvement très rapide, et à mesurer cette action pour les vitesses qu'il a pu réaliser. Or, partant du rapport des unités, on peut calculer quelle doit être l'action pour ces mêmes vitesses : il a fait ce calcul en donnant au rapport la plus grande et la plus petite des valeurs trouvées par les expérimentateurs, et il a trouvé que l'effet observé était compris entre les effets calculés.

Venant après les faits de la polarisation rotatoire magnétique découverts par Faraday et développés par Verdet, ce résultat a jeté un jour nouveau sur les relations de l'électricité et de la lumière. Il a conduit Maxvell à une théorie électro-magnétique de la lumière, dont le point de départ est que l'induction électro-magnétique se propage dans l'espace avec la vitesse exprimée par le rapport des unités, et dont la conclusion est que le milieu par lequel s'effectue cette propagation est le même que celui qui transmet les vibrations lumineuses. Si cette conclusion est exacte, et sauf exceptions que la théorie devra expliquer pour être complètement assise, les bons conducteurs doivent être opaques et les diélectriques doivent être transparents. D'où cette conséquence que, dansles diélectriqu es transparents, l'induction électro-magnétique doit se propager avec la vitesse même de la lumière. Or ceci implique que leur capacité inductive spécifique doit être numériquement égale au carré de leur indice de réfraction. De là les nombreux travaux dont la capacité inductive spécifique des solides, des liquides et des gaz est l'objet depuis dix ans. L'étude des solides et des liquides présente de grandes difficultés, car les phénomènes de décharge résiduelle compliquent et troublent les mesures; on constate souvent des différences notables entre les nombres trouvés par divers expérimentateurs, et par suite la concordance avec le carré de l'indice de réfraction laisse en général à désirer. Mais l'étude des gaz a conduit à des résultats remarquables. Faraday croyait que l'air et les autres gaz avaient la même capacité inductive spécifique à toute température et à toute pression : on a établi qu'il n'en était point ainsi et que chaque gaz avait une capacité inductive qui lui était propre, dans des conditions déterminées de température et de pression; c'est donc au vide et non à l'air que cette propriété doit être rapportée, et les expériences se poursuivent encore aujourd'hui jusque dans les vides les plus reculés. Or les valeurs numériques obtenues jusqu'ici concordent très sensiblement avec les carrés des indices de réfraction.

Des découvertes récentes ont mis en évidence de bien des manières les relations de l'électricité et de la lumière : les découvertes du Dr Kerr concernant la propriété de biréfringence que le verre et certains liquides acquièrent sous l'influence de l'étincelle d'induction, et la rotation de la lumière réfléchie sur un aimant; celle de la polarisation rotatoire magnétique dans les gaz, enfin celle de l'action de la lumière sur la conductibilité électrique du sélénium, d'où est sorti le *photophone*. Chaque progrès de l'électro-optique tend en définitive à confirmer l'exactitude de la conclusion posée par Faraday à la fin de son mémoire touchant l'*action des aimants sur la lumière* (1845), à savoir que « ce grand pouvoir de la nature, qui se manifeste sous des formes particulières par des *phénomènes particuliers*, révèle une fois de plus son identité par les

ns directes de sa forme lumière avec ses formes électricité et
tisme. »

de tous les témoignages que l'on peut invoquer en faveur de
communauté d'origine des phénomènes électriques et lumineux,
a conception s'imposa à Faraday comme conséquence de sa
*ce énergique* dans l'unité des forces, le plus important sans con-
est celui qui établit l'identité de l'éther électrique avec l'éther
ux par l'identité des vitesses de la lumière et de l'induction dans
dans les gaz.

émoignage, nous le devons à la *mesure absolue des grandeurs élec-*
, et par là se trouvent amplement justifiées les considérations
t déterminé l'adoption d'un système d'unités électriques dérivant
is unités fondamentales de la mécanique.

J. Raynaud.

# APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

## TÉLÉGRAPHIE, SIGNAUX

---

ansmettre la pensée à distance au moyen de signaux, tel est le but . télégraphie.

transmission de ces signaux peut se faire, soit par l'intermédiaire ·ibrations sonores, soit par l'intermédiaire des vibrations lumies, soit enfin par l'électricité envoyée d'un point à un autre au ·n de fils conducteurs.

nombre des signaux élémentaires peut être très restreint et même réduit à un seul, pourvu que, dans ce dernier cas, il puisse être ·é à des intervalles différents; c'est alors la durée de ces inters qui constitue le signal. On transmet, par exemple, des dépêches ıoyen de coups de canon produisant tous le même son, mais diver·nt espacés, ou au moyen d'une lumière que l'on fait paraître ou ıraître.

télégraphie optique permet d'avoir une grande variété de signaux, ıu'on peut modifier la position relative et même la couleur des .s qui servent à leur formation. Cette variété donne la possibilité éduire notablement le nombre des signaux qui composent une che, condition essentielle de succès lorsque l'on peut craindre les ruptions. C'est ainsi que l'ancien télégraphe aérien de Chappe ıait 96 signaux, produits par les angles que formaient deux bras .les, nommés *indicateurs*, avec une barre (*régulateur*) que l'on disit horizontalement ou verticalement, et aux extrémités de laquelle taient placés. De même, dans la marine, on obtient un grand bre de signaux au moyen de pavillons de couleurs et de formes difıtes, ou, pendant la nuit, au moyen de feux dont on fait varier la .ion et la couleur.

nvention de la télégraphie électrique a réduit à des cas tout à fait ıaux l'emploi des signaux acoustiques et optiques.

ns le courant du siècle dernier, Lesage, Reiser, Bonald, Salva,

Betancourt, sont arrivés à transmettre des signaux à l'aide de la machine électrique; mais la production de l'électricité statique est si pénible, et son isolement si difficile, que le problème de la télégraphie électrique ne pouvait être considéré comme résolu.

En 1800, les expériences de Galvani conduisirent Volta à la découverte des courants électriques et de leurs propriétés chimiques et physiologiques. Une ère nouvelle s'ouvrit pour la science, et il devint possible de substituer une source d'électricité permanente aux machines électriques et aux bouteilles de Leyde employées jusqu'alors.

En 1811, Sœmmering imagina un appareil formé de trente-cinq fils isolés aboutissant à trente-cinq pointes d'or placées au fond d'une cuve pleine d'eau. Les lettres de l'alphabet et les dix premiers nombres étaient écrits en regard de ces pointes. Au moment où l'un des fils était mis en communication avec le pôle positif d'une pile voltaïque et un autre avec le pôle négatif, deux bulles, l'une d'oxygène et l'autre d'hydrogène, en se dégageant sur les deux pointes d'or correspondantes, indiquaient deux lettres.

En 1819, Œrstedt fit connaître l'action des courants sur l'aiguille aimantée, et, dès la même année, Ampère, dans un mémoire à l'Institut, donna la description d'un appareil théorique de transmission télégraphique semblable à celui de Sœmmering, mais dans lequel le dégagement des bulles de gaz était remplacé par le mouvement de petites aiguilles aimantées.

La découverte de l'aimantation du fer doux sous l'influence de l'électricité et la détermination des lois de l'intensité du courant par Ohm et Pouillet, complétèrent la série des connaissances nécessaires au développement de la télégraphie.

La télégraphie électrique, comme toutes les grandes inventions, n'est donc pas l'œuvre d'un seul; elle a suivi la science dans ses différents développements et n'a pu passer dans le domaine de l'application que lorsque les lois et les propriétés principales de l'électricité étant connues, un besoin réel d'une communication instantanée vint provoquer de nouveaux efforts qui furent couronnés d'un succès complet.

En 1834, MM. Gauss et Weber établirent, entre l'observatoire et le cabinet de physique de Gœttingue, une communication électrique et obtinrent des signaux par l'oscillation d'un petit barreau aimanté que le courant faisait dévier.

M. Steinheil, en 1837, construisit à Munich un télégraphe électrique entre deux points distants d'environ 5000 mètres, et se servit, le premier, de la terre pour compléter le circuit.

Morse présenta et fit breveter, en 1838, un appareil marquant sur une bande de papier des points et des traits, et dont l'invention remonte, paraît-il, à 1832. Cet appareil, qui est le premier où l'on ait fait usage

d'un électro-aimant, différait notablement, par la forme et la dimension des bobines, de celui qui est actuellement employé sous le nom du savant professeur américain.

Ce fut, sans contredit, M. Wheatstone qui contribua le plus à l'avancement de la télégraphie électrique. Après avoir fixé approximativement la vitesse de l'électricité, il détermina la meilleure forme à donner aux bobines des électro-aimants et galvanomètres, la valeur des constantes des piles voltaïques, inventa les relais, au moyen desquels on put remédier à la faiblesse du courant, et l'appareil à aiguille aimantée qui porte son nom.

Jusqu'en 1840, l'application de l'électricité à la télégraphie n'avait été considérée que comme une expérience curieuse, sans qu'on pressentît la possibilité d'en tirer un parti utile : il restait, en effet, une question importante à résoudre, celle de savoir s'il serait possible d'obtenir sur une grande longueur un isolement suffisant des fils conducteurs sans des dépenses trop considérables. On ne tarda pas à reconnaître que de simples fils de fer suspendus au moyen d'isolateurs en porcelaine ou en verre pouvaient transmettre le courant électrique avec une intensité suffisante pour faire fonctionner des appareils, et des Compagnies s'organisèrent en Angleterre ainsi qu'en Amérique pour l'exploitation de ce nouveau moyen de communication.

La France possédait un système de télégraphie aérienne bien organisé, suffisant à tous les besoins du Gouvernement; elle ne tarda pas cependant à entrer dans la nouvelle voie. M. Alphonse Foy, malgré des oppositions de tout genre, et alors que le succès était encore douteux, fit construire la ligne de Paris à Rouen. Ce fut la première grande ligne électrique; elle donna lieu à des expériences intéressantes, notamment sur l'avantage de la suppression du fil de retour et de son remplacement par une communication avec le sol aux deux stations extrêmes. Le succès de cette ligne contribua puissamment à l'avancement de la télégraphie électrique.

A partir de cette époque le réseau s'est rapidement développé dans tous les pays; les moyens de transmission se sont perfectionnés; le télégraphe a été mis à la disposition du public, et chaque année a vu de nouveaux progrès. L'un des plus importants a été l'établissement du télégraphe sous-marin de Calais à Douvres, inauguré le 13 novembre 1851, et dont l'honneur revient presque entièrement à M. Brett.

Depuis lors, de nombreux câbles ont été immergés avec succès dans toutes les mers, et un immense réseau de fils aériens, souterrains et sous-marins, relie entre elles toutes les parties de notre globe.

## PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

Le courant électrique pouvant être envoyé à de grandes distances avec une vitesse prodigieuse, en conservant une intensité suffisante pour être observé, se prête admirablement à la transmission des signaux. Rien n'est plus simple, en effet, que d'envoyer un courant ou de l'interrompre, et, par conséquent, de faire varier à volonté sa durée, l'intervalle des émissions, sa direction et même son intensité. Ce dernier caractère, sur lequel est fondée la transmission téléphonique, n'est utilisé, dans la télégraphie ordinaire, que dans quelques cas particuliers.

Tout système de télégraphie électrique comprend un ou plusieurs conducteurs réunissant deux stations, et, à chacune de ces stations, une source électrique, un appareil servant à envoyer le courant (*manipulateur*), un appareil destiné à permettre d'observer ou d'enregistrer son passage, lorsqu'il est envoyé par l'autre station (*récepteur*), différents appareils secondaires ayant pour but d'assurer et de faciliter le service, et un fil relié à la terre, par laquelle se complète le circuit de chacun des conducteurs.

*Fils conducteurs.* — Les fils de ligne sont aériens, souterrains ou sous-marins.

Le fil de fer galvanisé (de 2 à 6 millimètres de diamètre), est généralement employé pour les conducteurs aériens, qui sont supportés par des isolateurs en verre ou en porcelaine.

Les fils souterrains ou sous-marins sont en cuivre; ils sont recouverts d'une matière isolante, gutta-percha ou caoutchouc, et sont le plus souvent protégés par une enveloppe métallique.

*Source électrique.* — La source électrique est ordinairement une pile voltaïque dont un des pôles est en communication avec la terre, soit d'une façon permanente, soit au moment de l'envoi des signaux, et dont l'autre pôle est mis en relation avec la ligne au moyen du manipulateur. On peut substituer aux piles des machines électro-magnétiques mises en mouvement par une force étrangère, et disposées de façon à développer une force électro-motrice constante par le mouvement relatif d'aimants et d'électro-aimants.

Quelquefois l'électricité est fournie par une petite machine électro-magnétique très simple, que l'employé fait mouvoir à la main pour produire des envois du courant suivant les signaux qu'il veut trans-

mettre. On doit, dans ce cas, tenir compte pour la formation des signaux que chaque courant transmis n'a qu'une durée très courte, et est suivi d'un courant de direction opposée. Lorsqu'on fait usage de ce mode de transmission, le manipulateur est supprimé, ou plutôt il se confond avec la machine électro-magnétique.

*Manipulateur.* — Le manipulateur sert à mettre à volonté le fil de ligne en communication avec la pile; il pourrait donc se composer simplement, lorsque le sens du courant émis ne doit pas changer, de deux pièces métalliques placées dans le circuit et qu'il suffirait de réunir ou de séparer pour envoyer ou interrompre le courant. Mais il est important, en général, qu'un poste ait la faculté d'interrompre la transmission de son correspondant en envoyant un courant qui fasse marcher le récepteur de ce dernier, au moins pendant l'intervalle des émissions.

On arrive à ce résultat en formant le manipulateur d'une tige métallique reliée à la ligne, et qui oscille entre deux heurtoirs; l'un, dit de repos, communique avec la terre, et l'autre avec la pile. On place le récepteur soit entre le heurtoir de repos et la terre, soit sur le parcours du fil de la ligne. Dans le premier cas, il ne marche que sous l'influence du courant du correspondant; dans le second, il fait toujours partie du circuit et fonctionne, quel que soit le côté d'où part le courant.

Certains récepteurs nécessitent pour fonctionner des courants de sens différents, soit qu'ils soient alternés à chaque émission, soit que cette inversion n'ait lieu qu'à la volonté de celui qui transmet; le manipulateur doit permettre de répondre à ces exigences en mettant, suivant les besoins, l'un des pôles de la pile en communication avec la terre et l'autre avec la ligne, et réciproquement.

Les manipulateurs varient d'ailleurs de forme suivant les récepteurs qu'ils sont destinés à desservir; ils doivent être disposés de manière à rendre le travail aussi facile que possible.

La manœuvre du manipulateur s'effectue ordinairement à la main. Elle est plus ou moins régulière, suivant l'habileté des employés, et sa rapidité est loin de correspondre au rendement qu'il est possible d'obtenir d'un fil. On peut remédier à ces deux inconvénients en rendant la manipulation automatique. On y arrive, par exemple, en découpant à l'avance sur une bande de papier des ouvertures qui correspondent aux émissions de courant à produire, et en faisant dérouler cette bande d'un mouvement rapide et uniforme, entre un cylindre et un ressort dont l'un correspond à la ligne et l'autre à la pile; le courant est émis chaque fois que le ressort passe sur un endroit perforé. On [illegible] aussi la transmission automatique au moyen de pièces métalliques [illegible]

des reliefs et des creux qui correspondent aux signaux, et sur lesquels on fait passer un style, dont le passage sur les reliefs ferme le circuit de la pile. On peut enfin disposer le manipulateur de façon à renverser le sens du courant à volonté.

*Récepteurs.* — Le courant possède plusieurs propriétés qui permettent d'observer son passage et qui par conséquent peuvent servir à donner des signaux. Les seules de ces propriétés dont on fait usage en télégraphie sont : l'action du courant sur les aimants, sur le fer doux et sur certains sels métalliques qui sont décomposés quand ils sont traversés par l'électricité

Ainsi une aiguille aimantée, librement suspendue par son centre à l'intérieur d'un cadre autour duquel est 'enroulé un fil, dévie de sa position dès qu'un courant parcourt ce fil, et constitue un appareil de réception.

Quand un courant traverse un fil enroulé autour d'un cylindre de fer doux (*électro-aimant*), ce cylindre s'aimante Il se développe un pôle nord à l'une de ses extrémités et un pôle sud à l'autre, ou inversement suivant le sens du courant ; cette aimantation lui donne la faculté d'attirer une plaque de fer, ou *armature*, placée à une petite distance et de la maintenir dans cette position jusqu'à ce que le courant cessant, une force fixe, due à un ressort, dit de rappel, l'éloigne de nouveau, le jeu de cette armature étant d'ailleurs limité par deux butoirs convenablement disposés. Le fer doux conserve toujours, après son aimantation, des traces de magnétisme qui sont d'autant plus sensibles que cette aimantation a été plus forte ; aussi la tension du ressort de rappel doit-elle varier avec l'intensité du courant qui agit sur l'électro-aimant.

Quelquefois, l'armature est en acier et est aimantée, la tension du ressort de rappel doit alors être telle que cette armature reste éloignée lorsqu'aucun courant ne traverse l'appareil, et ne soit attirée que s'il se développe dans l'électro-aimant un magnétisme opposé.

Enfin souvent l'armature est aimantée et oscille entre les deux pôles d'un électro-aimant ; on change à chaque émission le sens du courant qui la fait mouvoir alternativement vers l'un ou l'autre de ces pôles.

Le mouvement de va-et-vient de l'armature est utilisé pour produire des signaux, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un mouvement d'horlogerie, et conduit, ainsi qu'on le verra plus loin, aux appareils les plus divers.

Enfin l'électricité, en traversant certains sels métalliques à peu près incolores, peut donner lieu à la formation de composés colorés qui peuvent être employés à la transmission de signaux sur un papier imprégné d'une dissolution de ces sels.

*Appareils accessoires.* — Ces appareils, commutateurs, relais, appareils de translation, sonneries et paratonnerres, ont pour but de faciliter et d'assurer la transmission.

Les commutateurs sont destinés à permettre de changer promptement et facilement les communications à l'intérieur des bureaux télégraphiques. Le plus simple consiste en un ressort recourbé auquel aboutit un fil conducteur et qu'on peut manœuvrer de façon à le faire appuyer sur l'une ou l'autre de plusieurs pièces métalliques dont chacune est reliée à un fil différent. Si l'on doit changer simultanément deux communications, on juxtapose deux de ces commutateurs qu'on rend solidaires.

Le plus souvent les commutateurs sont formés de lames fixées sur un socle isolant et qu'on fait communiquer entre elles, suivant les besoins, au moyen de chevilles métalliques; leur forme varie suivant l'usage auquel ils sont destinés.

Les galvanomètres ordinaires de poste indiquent le passage du courant, et donnent une idée approximative de son intensité. Ils consistent en un cadre autour duquel est enroulé un fil conducteur qu'on intercale dan le circuit; au centre de ce cadre est placée une aiguille aimantée mobile sur un pivot, qui dévie quand le courant passe. La déviation de l'aiguille est d'autant plus grande que le courant est plus intense.

Lorsque l'on veut faire des expériences précises, on se sert de boussoles comparées dont la forme et les dimensions sont connues d'avance

Enfin pour l'étude des câbles souterrains ou sous-marins, on emploie des boussoles construites avec le plus grand soin, qui comportent un grand nombre de tours de fils et dont l'aiguille est suspendue par un brin de soie ; un miroir réfléchit sur une échelle graduée l'image d'un point lumineux, et fait connaître la déviation en l'amplifiant considérablement.

L'intensité du courant reçu à l'extrémité d'une longue ligne est toujours assez faible et peut ne pas avoir la force nécessaire pour faire fonctionner certains récepteurs peu sensibles; on y remédie au moyen de *relais*. Le relais ordinaire se compose simplement d'un électro-aimant, qui reçoit le courant de la ligne et dont l'armature, lorsqu'elle se meut, vient toucher un butoir et ferme un circuit local comprenant l'appareil à signaux et une pile qu'on peut rendre aussi puissante que l'on veut.

Quelle que soit la sensibilité des relais ou des appareils de réception, il peut arriver que, par suite de l'isolement imparfait des lignes, ils ne puissent fonctionner lorsque les deux postes en communication sont très éloignés. Un relais fixé en un point intermédiaire pourrait y remé-

dier ; il marcherait sous l'influence du courant de l'un des deux postes extrêmes et mettrait, à chaque mouvement de l'armature, la prolongation du fil, et, par suite, le récepteur du second poste en communication avec une pile spéciale ; mais cette disposition ne permettrait pas au second poste d'envoyer un courant au premier. On a donc été amené à juxtaposer, au poste intermédiaire, deux relais dont chacun marche sous l'influence du courant qui vient de l'un des postes extrêmes et envoie un courant à l'autre ; l'ensemble de ces deux relais constitue un appareil de translation.

Tous les appareils qui fonctionnent par le mouvement d'une armature peuvent être accouplés de façon à donner la translation ; on utilise dans ce but les deux butoirs qui limitent la course de cette armature, et l'on établit les communications convenables.

Lorsque le mode de transmission exige le renversement du sens du courant, les relais qui servent à la translation doivent être modifiés de façon à reproduire les inversions qui émanent de chacun des postes extrêmes. Il suffit par exemple d'avoir pour chacun des électro-aimants deux armatures aimantées dont l'une en se mouvant envoie sur la ligne un courant positif et l'autre un courant négatif.

Les sonneries électriques fonctionnent soit par l'intermédiaire d'un mouvement d'horlogerie, soit directement sous l'influence du courant.

Les premières comportent une roue excentrique en relation avec le mécanisme d'horlogerie, et qui fait osciller un marteau. Cette roue, arrêtée par l'armature d'un électro-aimant, est dégagée au moment du passage du courant et le marteau vient frapper le timbre. La sonnerie est disposée de manière qu'à chaque émission de courant la roue tourne pendant un certain temps, afin que le nombre des coups soit suffisant pour l'appel et que le mouvement s'arrête de lui-même jusqu'à ce qu'un nouveau courant opère un nouveau déclanchement.

On obtiendrait aussi un système d'appel en fixant à une armature, disposée comme celle d'un relais ou d'un appareil ordinaire, un marteau qui viendrait frapper sur un timbre au moment du passage du courant ; chaque coup serait produit par une émission distincte et il faudrait un certain nombre de ces émissions se succédant rapidement pour produire un son persistant.

Il était naturel de faire produire les interruptions par l'instrument lui-même, ce qui a été réalisé en intercalant dans le circuit l'armature et son butoir de repos, ce dernier étant muni d'un petit ressort qui prolonge un peu le contact. On obtient ainsi une sorte de roulement qui dure tout le temps de l'émission. Ces instruments, qui sont d'un grand usage, sont dits *sonneries à trembleur*.

Les orages produisent sur les conducteurs télégraphiques une accumulation de fluide électrique dont la décharge dans les bureaux peut donner lieu à des étincelles, fondre les fils fins des boussoles, des électro-aimants et même occasionner des accidents plus graves. Pour mettre les appareils à l'abri et empêcher ces accidents, on dispose dans les stations, sur le parcours de chacun des fils, des instruments spéciaux nommés *paratonnerres*.

L'électricité atmosphérique ne peut être dangereuse que si elle a une tension assez considérable pour s'échapper des conducteurs qu'elle parcourt ou pour fondre les fils des récepteurs, et, à plus forte raison, pour passer d'un corps métallique à un autre très rapproché communiquant à la terre. On a donc été amené à former les paratonnerres de deux plaques munies de pointes en regard, l'une en communication avec la ligne et l'autre avec le sol, ou de deux plaques très rapprochées dont on empêche le contact par une feuille de papier ou de mica, qui est facilement traversée par la décharge.

On a aussi eu l'idée d'utiliser la propriété qu'ont les gaz d'offrir d'autant moins de résistance que leur densité est moindre, et de renfermer les deux conducteurs voisins dans un ballon à air raréfié (œuf électrique).

On diminue encore les chances d'accident en faisant traverser au courant, avant son arrivée aux appareils, un fil plus fusible que celui des bobines. Si la décharge est assez intense, elle fond ce fil et enlève la communication entre les récepteurs et la ligne; suivant la disposition adoptée, le fil de ligne est isolé ou mis en communication avec le sol.

*Fil de terre.* — Les récepteurs et les piles doivent être en communication avec la terre, par laquelle se complète le circuit. Il doit donc y avoir dans chaque bureau un fil conducteur établissant avec le sol une communication aussi parfaite que possible.

*Remarques.* — La force avec laquelle un électro-aimant agit sur une armature est proportionnelle à l'intensité du courant et, dans une certaine limite, au nombre de tours que forme le fil autour du fer doux. D'un autre côté, l'intensité du courant est en raison inverse de la résistance totale du circuit, en y comprenant celle de l'électro-aimant qui varie avec la section et la longueur du fil enroulé. On comprend donc que pour obtenir le maximum de force magnétique il doit exister une relation entre la résistance extérieure et celle des bobines des appareils.

Un calcul très simple montre que ce maximum correspond au cas où la résistance du fil de l'électro-aimant est égale à celle de la ligne. Les bobines doivent donc être formées de gros fil pour les appareils desti-

nés aux faibles distances, et de fil d'autant plus fin que les lignes auxquelles ils sont destinés sont plus longues.

Toutefois, dans la pratique, cette loi n'est pas absolue pour les lignes très longues, le courant n'atteignant généralement pas son maximum d'intensité pendant les transmissions télégraphiques. L'expérience a démontré que la résistance des bobines ne doit pas dépasser 200 à 250 kilomètres de fil de fer de 4 millimètres de diamètre (2000 à 2500 ohms).

Le courant électrique ne se transmet pas instantanément d'une extrémité à l'autre d'une ligne télégraphique. Lorsqu'un fil conducteur est mis en communication avec la pile, l'électricité se répand peu à peu dans ce fil qui prend une certaine charge, et le courant n'atteint son état définitif qu'au bout d'un certain temps, d'autant plus long que la ligne est plus longue. De même, lorsque après avoir envoyé le courant on l'interrompt, la charge s'écoule par les extrémités du fil, si l'isolement est assez parfait, et prolonge la durée du courant dans les appareils récepteurs.

Ces effets, qui sont insensibles sur les conducteurs de faible longueur, nuisent à la transmission sur les longues lignes et surtout sur les lignes souterraines ou sous-marines, pour lesquelles la charge est beaucoup plus considérable en raison de l'influence de l'enveloppe qui agit comme l'armature extérieure des bouteilles de Leyde.

Si toutes les émissions de courant et tous les intervalles avaient une égale durée, il s'établirait dans le fil un régime régulier, qu'on pourrait observer à l'aide d'appareils sensibles ; mais, dans la transmission télégraphique, il ne peut en être ainsi, puisque la formation des signaux entraîne forcément des inégalités dans les durées d'émission ou d'interruption. Il en résulte une confusion des signaux qui impose une limite à la vitesse du travail.

On peut toutefois par différents moyens reculer cette limite, et augmenter le rendement des lignes. On y parvient par exemple en mettant après chaque émission, au poste de départ, le fil de la ligne en communication directe avec la terre pour en faciliter la décharge, ou mieux encore en le faisant communiquer pendant un instant avec une faible pile donnant un courant contraire. On peut aussi accroître la vitesse en alternant le sens du courant, ou, lorsqu'il doit avoir des durées inégales, en affaiblissant son intensité pendant la dernière partie des signaux qui correspondent aux longues émissions, etc.

## PRINCIPAUX APPAREILS ET SYSTÈMES DIVERS DE TRANSMISSION

Nous allons passer en revue; en nous bornant à en indiquer le principe, les divers appareils de transmission. Ces appareils peuvent être divisés en plusieurs catégories.

### *Appareils à aiguille aimantée.*

L'appareil avec lequel ont été faits, en Angleterre, les premiers essais de télégraphie électrique, comprenait cinq aiguilles aimantées, et exigeait six fils conducteurs, dont l'un servait de fil de retour. Mais M. Wheatstone réduisit bientôt le nombre des aiguilles et des fils à deux et même à un, et le fil destiné à compléter le circuit fut remplacé par une communication avec la terre aux deux extrémités de la ligne.

Dans l'appareil à une aiguille, le manipulateur est placé entre le récepteur et la terre ; il consiste en un cylindre horizontal comportant plusieurs pièces métalliques sur lesquelles appuient des ressorts en relation avec les deux pôles de la pile, avec la ligne et avec la terre. Suivant que l'on incline à droite ou à gauche une poignée qui fait corps avec ce cylindre, on met le pôle négatif de la pile en communication avec la terre et le pôle positif avec la ligne, ou réciproquement. Lorsque la poignée est verticale, le courant venant de la ligne se rend directement dans le sol après avoir traversé le récepteur, qui n'est autre qu'un galvanomètre dont l'aiguille aimantée est maintenue verticale par un petit contrepoids.

Les signaux sont formés par la déviation à droite et à gauche de l'aiguille : deux déviations à droite se succédant rapidement forment par exemple la lettre A, deux à droite et une à gauche la lettre E, etc. Le maximum des émissions de courant nécessaires pour former une lettre est de quatre.

Quand l'appareil fonctionne avec deux fils, il comporte deux aiguilles, et chacune d'elles a son manipulateur distinct. La combinaison des déviations des deux aiguilles concourt à la formation des signaux, il en résulte que la transmission est notablement plus rapide.

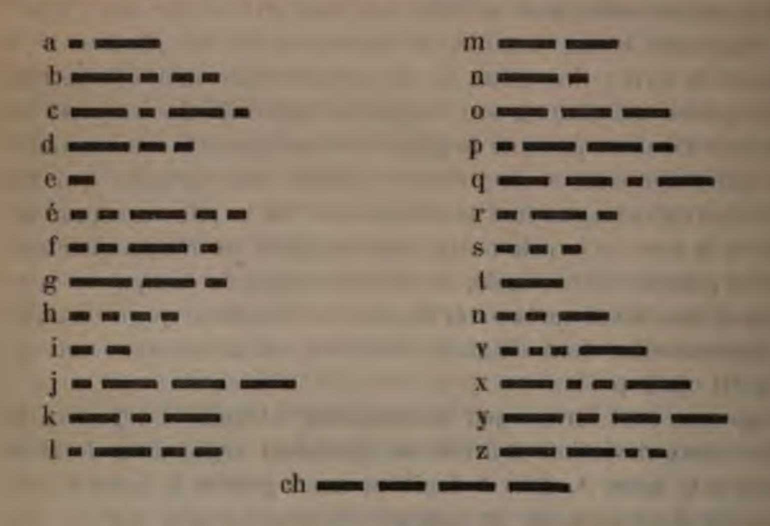
### *Appareils écrivants.*

*Appareil Morse.* — L'appareil Morse, employé d'abord en Amérique, est aujourd'hui universellement répandu.

Les signaux sont produits par des traits de longueur différente sur une bande de papier se déroulant d'un mouvement à peu près uniforme,

chacun d'eux étant produit par une émission de courant distinct. Afin d'éviter la confusion on est convenu de n'adopter que deux dimensions dans la longueur des traits : l'une très courte, produite par une émission brève de courant, l'autre, plus grande, correspondant à une durée d'émission à peu près triple. En combinant de diverses manières ces deux éléments, nommés *point* et *trait*, on peut former une infinité de signaux dont les plus simples représentent les lettres et les chiffres. La durée des émissions de courant n'est pas absolue car il suffit qu'on puisse reconnaître si elle est longue ou brève. Quant aux intervalles, on les maintient aussi constants que possible entre les éléments d'une même lettre, et on les rend un peu plus grands pour les séparations de lettres et de mots ; ainsi les intervalles des éléments d'une même lettre sont égaux au point, ceux qui séparent les lettres d'un même mot à un trait et enfin ceux qui séparent les mots à deux traits.

Voici l'alphabet tel qu'il est usité :




Les chiffres et les signes de ponctuation sont représentés par des combinaisons analogues, mais qui comprennent au moins cinq éléments, tandis que les lettres en comportent quatre au plus.

Le manipulateur, n'ayant pour fonction que de produire des émissions de courant brèves et longues, se compose ordinairement d'un levier relié au fil de ligne et qu'on met, en l'abaissant, en communication avec un des pôles de la pile dont l'autre est toujours relié à la terre. Dès que la pression cesse, ce levier revient, sous l'action d'un ressort, à sa position de repos et rétablit la communication entre la ligne et le récepteur. On comprend d'ailleurs qu'il soit facile de modifier la forme du manipulateur et notamment d'appliquer à l'appareil Morse le système de transmission automatique.

Le récepteur comporte un mouvement d'horlogerie que l'on déclanche, au moment de recevoir, et qui fait dérouler une bande de papier entre deux laminoirs ; un électro-aimant fait, à chaque passage du courant, osciller un levier armé d'un style qui vient marquer les signaux sur cette bande.

Dans les premiers appareils, le style consistait en une pointe sèche qui, en s'élevant, pénétrait dans une rainure et refoulait devant elle la bande de papier ; cette dernière, en se déroulant, emportait une empreinte en relief des signaux. Le gaufrage du papier exigeant une certaine force, que le courant de la ligne ne pouvait pas ordinairement donner, l'appareil comportait l'adjonction d'un relais.

L'impression en relief étant d'une lecture difficile, on a cherché par différents moyens à rendre les signaux plus visibles. C'est ainsi qu'on a essayé de remplacer la pointe sèche par une plume ou un tire-ligne imprégné d'encre, ou à faire presser la bande contre une feuille de papier noircie. L'emploi d'une molette a résolu complètement le problème : tantôt cette molette, animée par le mécanisme d'horlogerie d'un mouvement de rotation, plonge en partie dans une petite cuvette pleine d'encre et se meut contre le papier ; tantôt elle frotte contre un tampon imprégné d'encre grasse, et, lorsque la bande est soulevée par un couteau mis en mouvement par l'armature de l'électro-aimant, il se produit une trace. La force nécessaire pour obtenir l'impression est alors considérablement diminuée, ce qui a permis de supprimer le relais, dont l'emploi était indispensable avec les appareils primitifs. Ce dernier perfectionnement a largement contribué à généraliser l'emploi de l'appareil Morse.

*Parleur.* — Les signaux élémentaires du Morse étant très simples, on arrive assez facilement à saisir à l'oreille les mouvements de l'armature entre ses deux butoirs, et à distinguer les signaux sans avoir besoin de lire la bande. Avec de la pratique, on peut donc lire les dépêches au son, aussi a-t-on été conduit à construire des appareils comprenant simplement un électro-aimant avec son armature. Dans quelques pays ce mode de réception au son est en usage d'une façon courante, dans d'autres on ne s'en sert que pour l'échange de quelques signaux réglementaires.

*Appareils écrivants divers.* — On a fait des appareils écrivants à deux styles en employant des armatures aimantées. Le manipulateur doit alors être disposé de façon à pouvoir envoyer à volonté un courant positif ou un courant négatif, afin de faire mouvoir l'un ou l'autre de ces styles qui marquent des signaux sur deux lignes parallèles. Avec ce appareils on réduit le nombre des émissions nécessaires à la forma-

à armatures aimantées dont l'un produit le mouvement de la roue des types, et l'autre celui du marteau ; ce dernier fonctionne seulement au moment de l'inversion du sens du courant, au poste expéditeur. Ou bien, les deux électro-aimants sont inégalement sensibles, celui du marteau n'agissant que lorsque le courant a une certaine durée, c'est-à-dire lorsque avec le manipulateur on s'arrête sur la lettre à transmettre. Ou encore, le courant de la ligne ne traverse qu'un seul électro-aimant qui fait mouvoir la roue des types, et dont l'armature oscille entre un butoir et un ressort ; la pression est faible quand les émissions se succèdent rapidement, mais, si le courant persiste un instant, le ressort cède et, en venant toucher une pièce fixe, il ferme un circuit local et produit l'impression. Celle-ci peut enfin être obtenue mécaniquement ; la roue des types est munie de chevilles en nombre égal aux lettres qui soulèvent une pièce articulée et ne la laissent s'enfoncer que lorsque l'arrêt dure un instant, l'enfoncement de cette pièce dégage le mécanisme imprimeur.

Le manipulateur, qui a ordinairement la forme d'un cadran, doit d'ailleurs être disposé de façon que les émissions de courant correspondent aux effets à produire.

Les roues des types des deux appareils qui sont en communication peuvent être animées, au moyen de deux mécanismes d'horlogerie, de mouvements de rotation identiques, de façon à présenter toujours, l'une et l'autre, les mêmes caractères en face du marteau ; il suffit alors, pour produire l'impression d'une lettre quelconque, d'envoyer de l'un des postes, au moment où la lettre à transmettre passe devant le marteau, un courant électrique qui, au poste d'arrivée, agit sur un électro-aimant, et presse le papier contre la roue des types. La difficulté principale pour la réalisation de ces appareils, dits à mouvements synchroniques, consiste dans la difficulté de maintenir assez longtemps le synchronisme des deux mouvements. MM. Vail et Theiler, qui ont fait les premiers appareils de ce genre, ramenaient après l'impression de chaque lettre les roues des types à leur position de départ, et il en résultait une perte de temps notable. M. Hughes a résolu le problème en rétablissant l'accord entre les deux roues des types à chaque impression et est ainsi arrivé à un appareil essentiellement pratique, dont nous allons indiquer sommairement les dispositions principales.

*Appareil imprimeur de M. Hughes.* — Chaque appareil comprend trois axes distincts qui sont mis en mouvement par le même mécanisme d'horlogerie.

Sur l'un de ces axes est fixée la roue des types portant en relief tous les caractères de l'alphabet et un espace vide.

Le second, qui constitue le manipulateur, est vertical ; il porte un bras horizontal tournant, avec la même vitesse angulaire que la roue des types, au dessus d'un disque percé de trous disposés circulairement. Chaque trou est traversé par une lame métallique ou *goujon*, qui est en relation avec une des touches d'un clavier sur lequel sont marqués les mêmes signes que ceux de la roue des types. Ces goujons sont reliés au pôle de la pile et le bras horizontal, qu'on nomme le *chariot*, au fil de la ligne. Quand on abaisse une touche, le goujon correspondant se soulève, et, au moment où le chariot passe au-dessus, un contact métallique s'établit, le courant est envoyé au poste correspondant.

Le troisième axe, destiné à produire l'impression, est mis en mouvement, par l'intermédiaire d'un électro-aimant, au moment du passage du courant. Cet axe porte des cames dont l'une soulève un petit marteau cylindrique et applique contre la roue des types une bande de papier qu'une seconde came fait avancer.

Malgré l'intermittence du mouvement de l'axe imprimeur, celui du chariot et de la roue des types n'est pas altéré grâce à l'addition d'un volant qui emmagasine la force vive et d'un régulateur à lame vibrante.

Deux appareils identiques sont placés aux extrémités d'une ligne, et les axes sont animés d'un égal mouvement de rotation. Si les positions des roues des types sont les mêmes, chaque lettre transmise à l'un des postes se reproduit à l'autre. L'impression a toujours lieu au point de départ en même temps qu'au point d'arrivée, afin que les conditions mécaniques des deux appareils soient identiques.

Les mouvements des deux roues des types ne peuvent être absolument synchroniques ; M. Hughes y a remédié en ne calant pas ces roues sur leurs axes, auxquels elles tiennent seulement par frottement. Au moment où l'axe imprimeur soulève le marteau, une came spéciale s'engage entre les dents d'une roue dentée, dite *roue correctrice*, solidaire de la roue des types, et fait avancer ou reculer cette dernière, sans rompre sa liaison avec le rouage moteur, de façon à amener exactement un caractère en face du marteau. La concordance entre les appareils placés aux deux extrémités de la ligne se trouve ainsi rétablie à chaque impression, pourvu que l'écart ne dépasse pas la moitié de l'espace qui sépare deux lettres.

Il fallait, de plus, pouvoir établir l'accord au commencement de chaque transmission entre les appareils en communication, sans arrêter le moteur. A cet effet la roue des types peut être desembrayée et arrêtée lorsqu'elle arrive dans une position fixe, toujours la même ; le premier courant qui traverse l'électro-aimant la remet aux prises avec le moteur. Chaque transmission doit donc commencer par l'abaissement de la touche correspondant à cette position fixe, qui est ordinairement le blanc. Au moment du passage du chariot sur le goujon relié à cette touche, le

courant est envoyé et produit l'embrayage de la roue des types, au départ aussi bien qu'à l'arrivée.

L'électro-aimant employé par M. Hughes n'a pas la forme ordinaire : il se compose d'un aimant permanent en fer à cheval dont chaque branche est surmontée d'un cylindre de fer doux entouré d'une bobine de fil recouvert. Une petite armature, également en fer doux, est fixée à l'extrémité d'un levier mobile et est maintenue au contact par le magnétisme que l'aimant communique aux cylindres ; elle tend à se soulever sous l'action d'un ressort de rappel qu'on règle à l'aide d'une vis.

Si le courant traverse les bobines de façon à développer dans les cylindres de fer doux une aimantation contraire à celle que leur communique l'aimant, il diminue l'attraction, et l'armature s'éloigne au moment où la force du ressort l'emporte. Dans ce mouvement, le levier fixé à l'armature laisse tomber un cliquet qui met l'axe imprimeur en relation avec le moteur ; cet axe effectue une révolution pendant laquelle il fait mouvoir les cames, produit l'impression, ramène l'armature au contact, et, par suite de la force acquise, fait monter sur un plan incliné, fixé au levier, le cliquet qui, se trouvant ainsi soulevé, rompt la relation qu'il avait établie.

On peut varier la vitesse en déplaçant une masse métallique fixée sur la lame vibrante. Pour obtenir le synchronisme entre les deux récepteurs, le poste qui reçoit règle sa vitesse sur celle de son correspondant. Dans ce but ce dernier envoie à chaque tour du chariot une même lettre, et à l'autre station on déplace la masse métallique jusqu'à ce que l'on reçoive toujours le même caractère.

Entre les divisions de la roue des types qui correspondent aux lettres se trouvent des caractères représentant les chiffres et les signes de ponctuation. Quand on veut imprimer ces derniers, on abaisse une touche spéciale; le courant envoyé par le goujon relié à cette touche a pour effet de déplacer un peu la roue des types qui, au lieu des lettres, présente en regard du marteau les signes de la seconde catégorie. On revient à la position primitive en appuyant sur la touche blanche, dont l'abaissement doit toujours précéder la transmission.

L'électro-aimant de l'appareil Hughes, doit onctionner aussi bien sous l'action du courant envoyé que sous l'influence du courant reçu, et il peut en résulter, sur les longues lignes, un trouble dans la transmission. On a cherché à éviter cet inconvénient, en produisant au départ le déclanchement de l'axe imprimeur par un moyen mécanique au moment du passage du chariot sur le goujon soulevé. Le courant est alors directement envoyé sur la ligne et ne traverse que l'électro-aimant du poste qui reçoit la transmission.

M. Olsen a modifié l'appareil Hughes en remplaçant l'armature

unique par deux armatures aimantées dont l'une ou l'autre est mise en mouvement suivant la direction du courant. Les touches de rang pair envoient, lorsqu'elles sont abaissées, le courant dans un sens, celles de rang impair l'envoient dans le sens contraire. Cette disposition permet d'obtenir une vitesse plus grande des axes de rotation, et par suite un rendement plus considérable, mais elle complique l'appareil.

*Appareils électro-chimiques.*

M. Bain a eu, le premier, l'idée d'utiliser les propriétés électro-chimiques du courant pour la production des signaux. Supposons qu'une feuille de papier, imprégnée de cyanoferrure jaune de potassium et maintenue un peu humide, soit en communication d'un côté avec le sol et de l'autre avec une pointe de fer, la pointe étant en relation avec le pôle positif d'une pile dont l'autre pôle communique à la terre, il se produira une action chimique et le sel se transformera en bleu de Prusse qui a une couleur foncée. Si donc deux postes sont reliés par un fil, et si à l'un d'eux la feuille de papier préparée se meut sous le style, toutes les émissions de courant longues ou brèves faites à l'autre poste se reproduiront sous forme de traits longs ou courts. Ces émissions et interruptions de courant peuvent être produites à l'aide du manipulateur de l'appareil Morse dont rien n'empêche de conserver l'alphabet.

L'appareil récepteur ne comportant d'autre mouvement mécanique que le déroulement de la bande, on comprend que la transmission des signaux puisse être extrêmement rapide, si on se sert d'un manipulateur automatique; toutefois sur les lignes un peu longues, on ne peut dépasser une certaine vitesse, parce que les signaux se confondent lorsqu'ils se succèdent trop rapidement.

M. Goodspeed a récemment présenté un appareil électro-chimique où ce dernier inconvénient est atténué par l'emploi de courants alternativement positifs et négatifs. Au point d'arrivée deux pointes de fer rapprochées et reliées l'une à la terre, l'autre à la ligne, appuient sur la bande de papier préparée, et l'une ou l'autre de ces pointes laisse une trace suivant le sens du courant envoyé; elles sont d'ailleurs disposées pour que les traces se trouvent sur deux lignes parallèles.

Au point de départ une bande de papier est perforée suivant deux lignes de trous qui représentent les signaux et se déroule entre un cylindre métallique relié à la ligne, et deux frotteurs en relation, l'un avec le pôle positif d'une pile et l'autre avec le pôle négatif d'une pile semblable, les pôles non reliés aux frotteurs étant à la terre. La bande en se déroulant présente les trous en regard des frotteurs, et par suite met la ligne en relation avec l'une ou l'autre des piles. Les trous se

succèdent sur la bande, de telle sorte qu'entre deux émissions il n'y ait pas d'intervalle sensible. Les signaux sont les mêmes que ceux du morse, mais on les groupe dans l'ordre où ils sont produits, sans tenir compte de la ligne sur laquelle ils se trouvent; on sépare les lettres et les mots par des traits plus longs. Avec ce système les éléments d'une même lettre se succèdent sans interruption, ce qui contribue à accroître notablement la vitesse.

La bande se découpe au moyen d'un appareil perforateur de forme spéciale ingénieusement combiné; chaque point est représenté par un trou et chaque trait par deux. Les deux courants successifs envoyés pour la formation des traits se confondent à l'extrémité de la ligne et produisent une seule marque sur la bande de papier préparée. Cette disposition, qui produit une charge moindre du fil, est avantageuse au point de vue de la vitesse de transmission.

### *Appareils autographiques.*

Les appareils autographiques reproduisent à distance l'écriture ordinaire et en général tout ce qui peut être tracé à la plume.

Ce résultat pourrait être obtenu directement avec deux fils de ligne agissant, par l'intermédiaire de deux électro-aimants, sur un crayon de manière à lui faire décrire une ligne quelconque sur une surface, comme dans le pantographe.

On a résolu le problème d'une façon plus pratique :

A la station de départ, ainsi qu'à la station d'arrivée, un style décrit sur une surface une série de lignes parallèles très rapprochées, les deux styles étant disposés de façon à occuper toujours des positions semblables.

Supposons qu'au départ la dépêche soit écrite, avec une encre isolante, sur une surface métallique en communication avec la pile et que le style soit relié à la ligne, le courant sera interrompu chaque fois que ce dernier passera sur un point recouvert d'encre. On comprend que ces interruptions puissent agir sur le style du poste récepteur et reproduire les caractères par une série de hachures.

Au lieu d'envoyer le courant sur la ligne quand le style frotte sur le métal et de l'interrompre quand il passe sur l'encre, il est préférable d'adopter la disposition inverse. On y arrive facilement en reliant l'un des pôles de la pile au style et à la ligne, et le second pôle de la pile ainsi que la surface métallique à la terre : le circuit est fermé à l'intérieur du poste de départ tant que le style passe sur le métal, lorsqu'il traverse les traits marqués à l'encre isolante le courant est envoyé sur la ligne.

Dans l'appareil Caselli, le mouvement est communiqué au style par

un long pendule, au milieu duquel ce style est relié par un levier articulé et une vis sans fin qui le fait avancer à chaque oscillation ; il parcourt une surface légèrement courbe sur laquelle est placé, au départ, le papier métallique portant la dépêche, et, à l'arrivée, un papier préparé au cyanure de potassium. Le mouvement du pendule est entretenu au moyen d'une pile locale : à cet effet une forte armature de fer doux est placée à sa partie inférieure et, lorsqu'il arrive près de l'une ou de l'autre des extrémités de sa course, il est attiré par un électro-aimant fixe parcouru, à ce moment, par le courant de la pile et reste dans cette position jusqu'à ce que le courant soit interrompu. Cette interruption est produite par le pendule d'un régulateur indépendant, à la marche duquel est subordonnée celle du grand pendule.

Le style est disposé de manière à ne toucher les surfaces courbes que pendant le mouvement du pendule dans un sens, mais on peut utiliser le mouvement inverse pour avoir une seconde transmission indépendante.

Pour régler le synchronisme, on trace, en dehors du texte, sur le papier métallique une ligne droite normale à la marche du style. Cette ligne doit se reproduire au poste d'arrivée dans la même position ; dès qu'elle dévie, on accélère ou l'on ralentit la vitesse du régulateur.

Dans l'appareil Meyer, la dépêche est reproduite à l'encre sur une feuille de papier ordinaire. Cette feuille est disposée au-dessous d'un cylindre portant en relief un pas d'hélice, et avance un peu après chaque révolution.

L'hélice est imprégnée d'encre de sorte que, si le papier était maintenu soulevé, il emporterait la trace d'une série de lignes parallèles très rapprochées; mais ce soulèvement n'a lieu que lorsque le courant, traversant un électro-aimant spécial, agit sur une armature, et les traces faites sur une même ligne dépendent de la position de l'hélice au moment du passage du courant.

Au départ, le papier métallique portant la dépêche est enroulé sur un autre cylindre qui tourne d'un mouvement uniforme. Un style placé en regard du papier métallique le parcourt en décrivant une hélice à spires très rapprochées et envoie le courant sur la ligne lorsqu'il passe sur une partie recouverte d'encre. Le synchronisme entre les deux appareils correspondants est obtenu au moyen d'un pendule conique.

D'autres appareils autographiques ont été imaginés par MM. Cros, d'Arlincourt et Lenoir; ils sont fondés sur les mêmes principes. Dans celui de M. Lenoir, par exemple, le moteur à chaque poste est une petite

machine électro-magnétique, qui fait tourner un cylindre sur lequel est enroulé au départ le papier métallique et à l'arrivée une feuille de papier ordinaire destinée à recevoir la dépêche. Un chariot qui avance régulièrement, parallèlement au cylindre, présente, d'une part un style qui frotte sur le papier métallique, et de l'autre une plume imbibée d'encre actionnée par un électro-aimant, et qui laisse une trace sur le papier à chaque passage du courant. La ligne est parcourue par un courant intense quand le style transmetteur passe sur une partie encrée et par un faible courant de sens contraire, quand il touche le métal.

Le principal inconvénient des appareils autographiques consiste dans le grand nombre d'émissions de courant qu'ils nécessitent pour la reproduction des dépêches; aussi ne donnent-ils qu'une vitesse de transmission restreinte.

### *Appareils à transmission rapide.*

On a été amené, par suite du grand développement qu'a pris la correspondance télégraphique et de la difficulté d'accroître indéfiniment le nombre des conducteurs, à rechercher les moyens d'augmenter le rendement des fils importants au moyen d'appareils spéciaux. On y est arrivé par deux méthodes différentes : 1° en rendant la vitesse de transmission plus rapide par l'emploi de manipulateurs automatiques; 2° en mettant successivement le fil de ligne en relation avec plusieurs appareils, dont chacun est desservi par un employé spécial, ce qui constitue la transmission multiple. De plus, par suite de la grande rapidité avec laquelle se succèdent les signaux, on s'est trouvé en face des difficultés de transmission signalées précédemment, et l'on a dû chercher à y remédier par une des méthodes dont nous avons parlé.

*Appareils à transmission automatique.* — Les appareils électro-chimiques, qui ne nécessitent d'autre mouvement mécanique que l'entraînement du papier sur lequel s'inscrivent les signaux, paraissent surtout convenir pour la transmission rapide; en effet, sur les lignes d'une faible longueur M. Bain d'abord puis plus tard MM. Chauvassaignes et Lambrigot ont obtenu des vitesses de transmission prodigieuses. La disposition imaginée par M. Goodspeed et décrite plus haut permet d'étendre ce mode de transmission à des lignes plus longues. Mais ces appareils ont l'inconvénient d'exiger, pour fonctionner régulièrement, des courants très énergiques, qu'il est souvent difficile d'obtenir lorsque les fils dépassent une certaine longueur et qui sont dangereux au point de vue de la conservation des câbles souterrains. On a donc été conduit à chercher la solution du problème dans une construction plus parfaite

de l'appareil ordinaire. M. Wheatstone est arrivé, en modifiant le récepteur Morse, à pouvoir lui permettre d'enregistrer environ 800 à 1000 signaux parfaitement distincts (points ou traits) par minute; il a de plus imaginé un transmetteur automatique qui fonctionne avec une régularité parfaite, et dont l'emploi donne d'excellents résultats.

Le recepteur comprend une armature aimantée qui oscille entre les pôles d'un électro-aimant, et agit directement sur une molette encrée, qu'elle approche contre la bande de papier ou qu'elle en éloigne suivant le sens du courant. Cette armature reste dans la position qu'elle occupe jusqu'à ce qu'un courant contraire l'en éloigne. On peut donc former les signaux, points ou traits, par une émission instantanée d'un courant positif, par exemple, et les intervalles par une émission instantanée d'un courant négatif, le temps écoulé entre deux émissions consécutives limitant la longueur du signal ou de l'intervalle. Mais en fait, le courant est émis tant que dure l'effet à produire.

Au départ, les signaux sont représentés sur une bande de papier par deux rangées de trous parallèles, l'une de ces rangées correspond aux émissions positives et l'autre aux négatives; cette bande se déroule au-dessus de deux aiguilles verticales animées alternativement d'un mouvement régulier de va-et-vient de bas en haut. Chaque fois que l'une des aiguilles n'est pas arrêtée dans son mouvement ascensionnel par la bande, c'est-à-dire chaque fois qu'elle se trouve en regard d'un trou, elle entraîne un levier qui agit sur un petit commutateur inverseur. Ce commutateur met le pôle positif en communication avec la ligne et le pôle négatif avec la terre; il reste dans cette position jusqu'à ce que l'autre aiguille, pénétrant dans un des trous de la seconde rangée, le ramène dans sa position primitive, c'est-à-dire inverse les communications en faisant succéder un courant négatif au courant positif.

Pour remédier aux inégalités de charge qui résultent de la différence de durée des émissions, M. Wheatstone introduit dans le circuit une résistance convenable pendant la dernière partie de la formation des signaux longs, c'est-à-dire des traits; l'introduction de cette résistance est obtenue par le jeu des aiguilles.

*Appareils à transmission multiple.* — Les appareils à composition préalable ne peuvent être utilement employés que si le travail est continu pendant un certain temps. Dans les systèmes à transmission multiple de MM. Meyer et Baudot, la ligne est mise successivement en communication avec plusieurs appareils, ce qui donne le temps de préparer à la main le signal à transmettre, et par suite rend inutile l'emploi d'une bande découpée; de plus, ils permettent de n'utiliser, sans rien changer au mode de transmission, qu'une partie du rendement que peut donner un fil.

Le passage de la ligne d'un appareil à l'autre aux deux stations s'effectue au moyen de deux disques pareils nommés distributeurs, divisés en autant de secteurs qu'on veut desservir de récepteurs (4 ou 6) et devant chacun desquels tourne une aiguille munie de frotteurs en communication avec le fil de la ligne.

Dans l'appareil Meyer, chacun des secteurs est subdivisé en douze parties métalliques isolées les unes des autres: la première correspond à un point, l'ensemble des deux premières à un trait; la troisième est en communication avec la terre, elle a pour fonction de séparer les signaux d'une même lettre et de décharger le fil pendant le passage du frotteur. Cette disposition, répétée dans toute l'étendue de chaque secteur, donne le moyen de former quatre signaux, points ou traits. A cet effet les huit subdivisions du distributeur qui correspondent à des signes sont en communication avec la pile par l'intermédiaire de huit leviers qui laissent seulement passer le courant lorsqu'ils sont abaissés. Pour transmettre une lettre, il suffit d'appuyer sur un certain nombre de ces leviers de façon à former les signes élémentaires qui la constituent, et de maintenir ces leviers abaissés jusqu'au moment où l'aiguille du distributeur a traversé le secteur correspondant.

Les récepteurs se composent de cylindres qui sont animés du même mouvement de rotation que l'aiguille du distributeur, et dont chacun porte en saillie, dans le sens longitudinal, une hélice imprégnée d'encre correspondant au quart ou au sixième de la circonférence, suivant le nombre des appareils desservis; ces cylindres sont montés sur un même axe.

Un électro-aimant placé à chaque poste entre le distributeur et la ligne est traversé par tous les courants envoyés ou reçus; son armature, en se mouvant, ferme ou ouvre le circuit d'une pile locale qui a pour effet, par l'intermédiaire d'un autre électro-aimant, de presser contre chacun des cylindres une large bande de papier. Cette bande, sur laquelle les signaux d'une même lettre sont marqués sur une ligne normale au mouvement, avance un peu après chaque révolution du cylindre. L'impression n'a lieu que pour celui des récepteurs dont l'hélice est à ce moment en face de la bande.

Le mouvement est régularisé par un pendule conique, dont on règle la longueur par la condition que tous les signes émis par la première touche de l'un des claviers se reproduisent sur la bande à une égale distance du bord. Cette condition ne peut être remplie d'une façon absolue, et, pour éviter que les écarts puissent s'accumuler, une disposition particulière règle le synchronisme à chaque tour. A cet effet, un courant est émis par l'un des postes au moment du *passage du frotteur* sur un contact spécial du distributeur; ce courant

en arrivant à l'autre station agit sur un électro-aimant qui produit, par l'intermédiaire d'un fil, l'élévation ou l'abaissement du poids pendulaire. Une petite partie de la circonférence du distributeur est donc utilisée pour la correction.

Dans l'appareil Meyer, les différents récepteurs sont reliés mécaniquement au distributeur, il en résulte que si l'un d'eux est dérangé, on ne peut y remédier qu'en suspendant momentanément tout travail. M. Grandfeld (de Vienne) a proposé, pour éviter cet inconvénient, d'employer des récepteurs distincts complètement indépendants les uns des autres au point de vue mécanique; des pièces de contact convenablement disposées sur le distributeur établissent la relation entre ce dernier et les récepteurs.

Enfin M. Willot, pour éviter la lecture assez fatigante de signaux écrits sur des lignes parallèles, a réussi à utiliser la bande Morse sur laquelle les traits et points se succèdent dans les conditions ordinaires.

Dans la transmission par l'appareil précédent, il y a une perte de temps, provenant de ce que l'on n'emploie pas toutes les combinaisons qu'il est possible d'obtenir à l'aide des touches.

M. Baudot, en n'en perdant aucune, a pu réduire le nombre des touches à cinq qui fournissent 32 combinaisons, dont une correspond à la position de repos; il est parvenu ainsi à accélérer notablement la transmission. Il a de plus réussi à faire reproduire, par ces différentes combinaisons, les lettres de l'alphabet.

Le distributeur est, comme celui de l'appareil Meyer, divisé en autant de secteurs que d'appareils à desservir, quatre ou six, chacun de ces secteurs ne comportant que cinq pièces de contact égales sur lesquelles passe successivement un frotteur en relation avec la ligne; au départ, les cinq contacts de chaque secteur sont reliés à cinq touches qui constituent le manipulateur, et à l'arrivée à cinq relais. En abaissant ces touches suivant une combinaison quelconque, on envoie successivement le courant dans les relais qui leur correspondent, et l'on reproduit ainsi à l'arrivée la combinaison du départ. On pourrait donc, en observant la position des armatures, ou en enregistrant leurs mouvements sur une bande, interpréter le signal émis, mais ce mode de lecture ne serait pas pratique. M. Baudot a réalisé un appareil extrêmement ingénieux, qui donne la traduction de ces différentes combinaisons en caractères imprimés, par l'intermédiaire d'un organe spécial appelé *combinateur*.

Le combinateur se compose d'une aiguille animée du même mouvement de rotation que la roue des types, à laquelle elle est reliée par l'intermédiaire de roues dentées, et qui sert d'axe à un chariot muni de cinq frotteurs parcourant ensemble cinq circonférences concentriques convenablement découpées : au moment où ces frott[illegible] rencontrent

ensemble cinq vides, le chariot bascule, et, en venant agir sur un anneau métallique, opère un déclanchement par suite duquel le papier est pressé contre la roue des types et avance en emportant l'impression d'un caractère.

Supposons que la première des circonférences parcourues par le chariot soit divisée en deux parties égales dont l'une présente une saillie et l'autre un creux; la seconde en quatre parties égales alternativement en saillie et en creux; la troisième en huit parties divisées de la même manière; la quatrième en seize, et la cinquième en 32. Il en résultera que la 32e division parcourue par l'aiguille sera la seule qui présentera cinq vides et qui permettra au chariot de basculer lorsqu'il passera au-dessus.

Afin de pouvoir obtenir ce mouvement de bascule pour une quelconque des autres divisions, dont chacune correspond à une lettre ou à un signe, M. Baudot a doublé chacune des circonférences; la seconde série ayant ses reliefs et ses creux disposés d'une façon exactement contraire à la première série. Les cinq frotteurs peuvent d'ailleurs se déplacer un peu latéralement, ce qui leur permet de s'engager sur l'une ou l'autre des deux circonférences ou *voies* qui lui correspondent.

La voie, pour chaque frotteur, est commandée par une aiguille analogue à celle des chemins de fer, qui est mise en mouvement, lorsqu'il y a lieu, par un électro-aimant et une pile locale, dont le circuit est fermé par l'armature du relais de ligne, ce dernier n'ayant aucune autre fonction à remplir.

Ainsi, suivant que les relais de ligne sont ou non, sur contact, les frotteurs correspondants s'engagent sur l'une ou l'autre voie, et quelles que soient ces voies, une seule position de l'aiguille correspond à cinq vides et permet au chariot de basculer dans le cours d'une révolution.

Si par exemple le premier relais est seul sur contact, le premier frotteur change seul de voie, et il est facile de reconnaître que le chariot basculera à la seizième division; par suite le seizième caractère de la roue des types s'imprimera.

Pour transmettre, il suffit donc d'abaisser les touches de façon à obtenir les émissions de courant convenables pour disposer les voies de manière à réaliser le basculement du chariot au moment opportun.

Les armatures des relais sont polarisées et restent sur contact pendant la révolution à peu près entière du frotteur sur la circonférence du distributeur; c'est seulement un instant avant son arrivée sur le secteur correspondant qu'un courant local, de direction opposée à celui de la ligne, ramène les armatures à leur position normale.

L'impression de chaque lettre se fait pendant que le frotteur parcourt les autres secteurs dont chacun dessert un appareil spécial; elle ne *retarde en rien* la transmission.

La vitesse de rotation de la roue des types, est la même que celle de l'aiguille du distributeur, ce qui s'obtient facilement au moyen d'un contact spécial à chaque révolution de cette dernière. Quant au synchronisme entre les distributeurs de deux postes en communication, il est maintenu par un procédé analogue à celui qui a été adopté par M. Meyer.

Afin d'atténuer les effets de charge, la ligne est parcourue par un faible courant de sens contraire à celui qui fait mouvoir les relais, lorsque ces derniers doivent rester en repos. Enfin ajoutons que les reliefs et les creux des circonférences concentriques peuvent être disposés d'une façon différente de celle que nous avons supposée; il suffit en effet qu'à chaque combinaison des armatures des relais les frotteurs du chariot ne trouvent qu'une seule fois cinq vides suivant un même rayon. Les combinaisons des touches à abaisser pour la manipulation dépendent de la disposition adoptée.

*Transmission sur les lignes sous-marines.*

Sur les longues lignes sous-marines, la transmission télégraphique est ralentie par suite de la charge électrique que prend le fil pendant le travail, charge qui ne disparaît qu'au bout d'un assez grand intervalle de temps; de plus dans l'intérêt de la conservation des câbles, on ne se sert que de faibles forces électro-motrices. On a donc été amené à employer sur ces lignes des appareils très sensibles. On se sert ordinairement d'un galvanomètre dont l'aimant est suspendu et porte un miroir qui réfléchit sur un écran l'image d'un point lumineux. Un employé suit la marche de cette image et, avec une certaine habitude, arrive facilement à en déduire la valeur des signaux transmis. Ce mode de lecture est très fatigant; Sir William Thomson, auquel est dû ce système de transmission, s'est proposé de remédier à cet inconvénient au moyen d'un appareil (*syphon recorder*) qui enregistre les signaux sans frottement.

Un petit siphon en verre plonge, d'une part dans un bassin plein d'encre, et est placé d'autre part en regard et très près d'une bande de papier qui se déplace d'un mouvement uniforme; cette dernière extrémité du siphon oscille parallèlement au papier sous l'influence du courant de la ligne. L'encre du bassin reçoit, au moyen d'une machine électrique spéciale, une charge d'électricité constante qui ne peut s'écouler que par le papier contre lequel elle projette l'encre en y laissant une trace continue. Une bobine traversée par le courant de ligne est suspendue entre les pôles d'un puissant aimant; cette bobine est reliée au siphon qui en suit tous les mouvements.

M. Ailhaud a proposé de remplacer les traces à l'encre par une suite

de décharges électriques produites au moyen d'une bobine de Ruhmkorff. Enfin on pourrait encore enregistrer l'image du point lumineux en la recevant sur une bande de papier sensibilisé par les procédés photographiques, et que l'on développerait ensuite en l'immergeant dans un bain convenable.

On peut transmettre à travers les câbles sous-marins, sans que le courant de la pile traverse le conducteur, en reliant chacune de ses extrémités à l'une des armatures d'un condensateur dont l'autre armature est, au point d'arrivée, en communication avec la terre par l'intermédiaire de l'appareil récepteur (appareil à miroir, par exemple), et au départ avec un levier qui oscille entre deux contacts reliés aux pôles contraires de deux piles égales.

Si l'on met ce levier en communication avec le contact qui correspond au pôle positif, l'armature du condensateur à laquelle il communique prend une charge positive, et la seconde s'électrise négativement aux dépens de l'armature du second condensateur à laquelle elle est reliée par le conducteur de ligne. Cette dernière armature s'électrise positivement et réagit sur l'armature en relation avec la terre, qui prend une charge négative en repoussant le fluide positif dans le sol à travers le fil de l'appareil récepteur, et en produisant un signal de courte durée. Quand au départ le levier revient en contact avec le pôle négatif de l'autre pile, il produit un effet inverse. Les déviations de l'aiguille du récepteur dans l'un des sens représentent les points et celles qui ont lieu dans l'autre représentent les traits.

Cette disposition a l'avantage de mettre les appareils à l'abri des courants naturels continus qui traversent souvent les conducteurs des câbles sous-marins; les variations seules de ces courants, variations qui sont en général assez faibles, agissent sur ces instruments.

*Transmission simultanée de plusieurs dépêches par un même fil.*

Le problème de la transmission simultanée, dont les appareils multiples de MM. Meyer et Baudot ne donnent pas une solution directe, puisque dans ces appareils le passage des signaux s'effectue successivement, a été complètement résolu et donne d'excellents résultats, surtout lorsque les dépêches sont transmises en sens opposé.

*Transmission simultanée de deux dépêches en sens contraire; duplex.*— La transmission simultanée de deux dépêches en sens contraire peut s'effectuer par deux méthodes différentes, applicables à tous les appareils à électro-aimants; nous nous bornerons à indiquer une des solutions, qui constitue la *méthode différentielle.*

Le récepteur est placé entre la ligne et le manipulateur dont les deux heurtoirs sont reliés l'un à la terre et l'autre à la pile; la bobine de l'électro-aimant comprend deux fils distincts enroulés en sens contraire et qui sont en relation d'un côté avec le manipulateur, tandis que de l'autre un des fils est relié à la ligne et le second est en communication avec la terre par l'intermédiaire d'une bobine de résistance.

Supposons que l'un des postes envoie seul le courant; l'électricité traversera en sens contraire les deux bobines de son récepteur, une partie ira sur la ligne et l'autre à la terre par le circuit local. Le récepteur restera en repos si les deux courants sont égaux, ce qu'on réalise en donnant à la bobine qui se trouve dans le circuit local une résistance équivalente à celle des conducteurs qui forment l'autre circuit (ligne et récepteur de l'autre poste).

Si le poste correspondant transmet seul, son courant ne traverse à l'arrivée qu'une seule des bobines et se rend directement à la terre par le manipulateur en faisant marcher l'appareil.

Enfin si les deux postes envoient ensemble des courants égaux et contraires, aucun courant ne passe sur la ligne, et les deux récepteurs fonctionnent sous l'influence des deux courants qui traversent les bobines en relation avec la terre. Il est facile d'ailleurs de reconnaître que la condition d'égalité des courants émis par les deux postes correspondants n'est nullement nécessaire, et que la transmission simultanée peut avoir lieu quel que soit le sens ou la direction de ces courants. On peut en effet admettre que chacun d'eux agit isolément sur l'électro-aimant; l'action du courant local est toujours nulle, et le courant envoyé par l'autre poste produit son effet comme s'il passait seul.

Pour que la transmission simultanée réussisse il faut que les conditions électriques de la ligne principale et de la bobine, qui constitue une ligne factice, soient à peu près identiques. Sur les longues lignes et surtout sur les lignes sous-marines, on est obligé d'ajouter à la bobine des condensateurs qui permettent de remplir cette condition.

La transmission simultanée peut être appliquée à tous les appareils; mais comme elle produit toujours un léger trouble, si faible qu'il soit, on comprend qu'elle réussisse mieux avec les appareils à signaux indépendants comme le Morse, qu'avec les appareils à mouvements synchroniques comme le Hughes.

*Double transmission dans le même sens.* — On peut réaliser la double transmission dans le même sens par plusieurs procédés, en disposant au départ deux manipulateurs qui envoient des courants de sens ou d'intensité différents, et à l'arrivée un certain nombre de relais qui, en fonctionnant sous l'influence de ces courants, font marcher deux appareils à signaux.

Voici un exemple de la manière dont peut être résolu le problème.

Supposons qu'au départ on ait deux piles inégales A et B, et deux manipulateurs dont un, lorsqu'il est manœuvré seul, envoie sur la ligne le courant de la pile A, tandis que le second envoie le courant de la pile B, et qu'enfin, par une disposition facile à imaginer, les deux piles s'ajoutant donnent une force électro-motrice A + B quand les deux manipulateurs sont ensemble sur contact. Il suffira à l'extrémité de la ligne de faire marcher un seul des récepteurs avec les courants A et A + B, et l'autre avec les courants B et A + B.

On peut y arriver au moyen de trois relais inégalement sensibles, *a*, *b*, et *c*, dont un ne marche qu'avec des courants égaux ou supérieurs à ceux de la pile la plus faible, A, le second avec des courants au moins égaux à B et le troisième avec des courants aux moins égaux à A + B, Ces conditions peuvent être facilement remplies par une tension convenable des ressorts de rappel.

Si le relais *a* fonctionne seul, sous l'influence du courant A, il ferme par le jeu de son armature le circuit local par l'intermédiaire du premier appareil à signaux. Lorsque le courant est égal à B, il fait fonctionner les relais *a* et *b*, dont le dernier fait marcher le second récepteur en même temps qu'il rompt un contact et enlève la communication du premier récepteur avec la pile. Enfin si l'intensité est A + B, les trois relais fonctionnant, *b* fait toujours marcher le second récepteur, et l'armature du relais *c* rétablit la communication de la pile locale avec le premier récepteur, qui reçoit également les signaux.

Le système de double transmission dans le même sens peut être combiné avec la transmission simultanée en sens opposé, de sorte qu'on peut avec un seul fil arriver à transmettre en même temps quatre dépêches, deux dans un sens et deux en sens opposé.

*Système harmonique de transmission.* — Supposons qu'un diapason, à une ou deux branches, soit en vibration dans un poste télégraphique, et que son mouvement soit entretenu par un procédé quelconque, par exemple par la fermeture à chacune des vibrations d'un circuit local qui agisse sur l'une des branches par l'intermédiaire d'un électro-aimant; supposons, en outre, que ce diapason soit en communication avec une ligne télégraphique et qu'à chaque vibration il vienne toucher une pointe en relation avec l'un des pôles d'une pile dont l'autre pôle est à la terre. Il enverra une série de courants très rapprochés (de 200 à 500, suivant la note musicale à laquelle il correspond), qui se transmettront sur la ligne sous forme d'ondes électriques.

Si, à l'autre poste, le courant traverse un électro-aimant placé près de l'une des branches d'un diapason semblable au premier, il se produira une série d'attractions correspondant aux émissions, et si ce

diapason est d'accord avec celui du départ, il entrera en vibration et donnera la même note ; s'il n'y a pas accord, les effets ne s'ajouteront pas et le second diapason restera à peu près en repos. Si donc à l'arrivée on a une série de diapasons correspondants à des notes différentes et dont les électro-aimants sont tous placés dans le circuit, celui-là seul qui est d'accord avec le diapason de l'autre poste entrera en vibration.

La pile peut être introduite ou enlevée du circuit au poste de départ, à l'aide d'un manipulateur semblable à celui de l'appareil Morse qui permette d'envoyer des signaux ; ces signaux seront accusés à l'arrivée par les vibrations d'un seul diapason, tous les autres restant en repos. Ils peuvent être reproduits au moyen d'un parleur ou d'un récepteur Morse ordinaire, si la lame du diapason, en vibrant, vient fermer un circuit local comprenant cet appareil, malgré les interruptions entre deux vibrations successives qui sont trop courtes pour permettre à l'armature de revenir au repos.

On peut concevoir qu'on ait au départ et à l'arrivée un certain nombre de diapasons accordés deux à deux et dont chaque groupe corresponde à une note de l'échelle musicale. Si chacun de ces groupes est en relation au départ avec un manipulateur et à l'arrivée avec un récepteur, les signaux transmis par les différents manipulateurs se reproduiront sur les récepteurs correspondants.

Par ce procédé dont M. Elisha Gray a eu le premier l'idée, et dont nous ne faisons qu'indiquer le principe, on conçoit qu'on puisse avec un seul conducteur transmettre simultanément sept ou huit dépêches et même le double si on le combine avec le système de transmission *duplex* dont il a été question plus haut; toutefois il n'est pas encore possible de dire le parti qu'on pourra tirer de ce mode de transmission dans la pratique.

### *Applications des divers systèmes de transmission.*

Pour desservir les lignes télégraphiques dont le travail est considérable, on emploie suivant les cas soit l'appareil Morse en Duplex, soit l'appareil Hughes, soit un des systèmes à transmission rapide dont nous avons parlé.

La vitesse qu'on peut obtenir avec ces divers appareils dépend de la longueur des lignes desservies; sur une ligne aérienne de 6 à 700 kilomètres on peut admettre approximativement les chiffres suivants, pour le nombre de dépêches qu'il est possible de transmettre en une heure, en supposant les dépêches composées de 20 mots et chaque mot de cinq lettres :

| | | |
|---|---|---|
| Appareil Morse | | 25 |
| id | en Duplex | 45 |
| Appareil Hughes | | 60 |
| id | en Duplex | 110 |
| Appareil Wheatstone à composition préalable | | 90 |
| id | en Duplex | 160 |
| Appareil Mayer 25 par clavier, soit pour 4 claviers | | 120 |
| id | soit pour 6 claviers | 180 |
| Appareil Baudot, 40 par clavier, soit pour 4 claviers | | 160 |
| id | soit pour 6 claviers | 240 |

Sur les lignes secondaires, on emploie presque partout l'appareil Morse ordinaire, en subordonnant le mode d'installation aux exigences du service. Ainsi quelquefois chacun des bureaux est relié au suivant par un fil spécial, et, lorsqu'un bureau doit transmettre à une station avec laquelle il n'est pas directement en relation, il demande aux postes intermédiaires d'établir la communication, ce qui se fait aisément au moyen de commutateurs. D'autres fois, les appareils des postes intermédiaires sont tous dans le circuit et les dépêches envoyées par l'un quelconque de ces postes sont reçues à tous les autres. Enfin, dans certains cas, les divers appareils sont tous reliés à la ligne d'une part et de l'autre à la terre, et par conséquent chacun d'eux constitue une dérivation; le courant envoyé par l'un quelconque des postes se divise à chacun des points de bifurcation.

En France, les bureaux secondaires sont généralement groupés au nombre de deux seulement sur le fil qui les relie à une station principale, et, afin d'éviter les dérangements inutiles des employés de ces bureaux, on place à chacun d'eux un relais à armature aimantée qui reçoit le courant de la ligne et ne fonctionne que lorsqu'il a une direction déterminée, inverse pour les deux bureaux.

La télégraphie joue un rôle si important dans le service des chemins de fer, qu'on ne pourrait concevoir leur exploitation sans l'adjonction de lignes électriques, mettant en relation les différentes gares d'un réseau; toutefois, les dispositions doivent être prises pour que la sécurité ne soit pas compromise en cas d'interruption des communications. Deux fils conducteurs suffisent ordinairement: l'un d'eux relie entre elles les stations importantes, tandis que l'autre s'arrête à toutes les stations secondaires. Les appareils devant pouvoir être desservis par des employés peu exercés, on emploie généralement des appareils très simples tels que l'appareil à cadran ou l'appareil Morse.

En outre des communications télégraphique ordinaires, on a imaginé un grand nombre de systèmes automatiques fondés sur l'emploi de

l'électricité et qui sont destinés à faciliter le service; ainsi les disques qui protègent les stations sont ordinairement disposés de façon à fermer, lorsqu'ils sont à l'arrêt, un circuit local qui fait marcher une sonnerie à trembleur, placée à l'intérieur des gares; quelquefois les aiguilles de changement de voie font, lorsqu'elles sont manœuvrées, fonctionner des sonneries qui donnent, à distance, l'assurance que leur jeu a été régulier; dans certaines compagnies un fil spécial permet d'avertir du départ des trains les gardes-barrières de la ligne au moyen d'un appareil très simple ne donnant que quelques signaux élémentaires (système Jousselin, par exemple); afin de prévenir en cas de brouillard le mécanicien de la mise à l'arrêt des disques, M. Lartigue a imaginé un appareil consistant en une brosse métallique qui frotte en passant sur une pièce isolée, et établit un contact métallique, ayant pour effet de fermer un circuit et de faire marcher le sifflet; on a aussi essayé de mettre les trains circulant sur une même voie en communication télégraphique entre eux au moyen de frotteurs établissant un contact avec un conducteur fixe, etc., etc.

Un certain nombre de ces systèmes sont simples et pratiques; toutefois ils peuvent faire défaut à un moment donné et ne peuvent fournir une sécurité absolue; aussi ne doivent-ils être considérés que comme des moyens de faciliter le service, et doit-on toujours être prêt à prendre les précautions ordinaires en cas de besoin.

Cette revue rapide montre tous les progrès qu'a faits la télégraphie électrique depuis qu'elle est appliquée c'est-à-dire depuis environ quarante ans; personne ne peut prévoir où ils s'arrêteront. Tous les jours il peut surgir une découverte ou une idée nouvelle qui entraîne la transformation complète de tous les systèmes actuellement employés; c'est ainsi, par exemple, que le téléphone, dont nous n'avons pas à nous occuper ici, peut, s'il devient possible de s'en servir à de grandes distances, être appelé à modifier profondément les relations télégraphiques.

E.-E. Blavier.

# TÉLÉPHONIE, MICROPHONIE, PHOTOPHONIE

---

§ 1.

## TÉLÉPHONIE. — MICROPHONIE.

De toutes les inventions des hommes, le téléphone est peut-être la plus merveilleuse. Ainsi que l'indique son nom, composé de deux mots grecs τῆλε loin, φωνή voix, le téléphone permet de transmettre la voix, la parole articulée à une distance considérable, qui peut un jour être sans limites, comme celle que franchit le télégraphe. Cette communication s'effectue par un fil électrique reliant le « transmetteur » devant lequel on parle au « récepteur » qu'on écoute. Dans ce récepteur, c'est une plaque mince de métal qui, en vibrant, reproduit avec ses inflexions et son timbre la voix de celui qui parle à l'autre extrémité du fil. Ainsi cette plaque a une voix humaine, celle d'un ami, d'une personne aimée, et on l'entend, on la reconnaît, quoique celui qui la possède soit à une distance considérable de celui qui l'entend.

Quoi de plus incroyable ! Quelle imagination vagabonde aurait jamais rêvé cette conversation entre deux individus séparés par une grande distance !

Et cependant cela est, et cela est réalisé par des moyens d'une simplicité extrême.

Quand on réfléchit à de tels résultats, on éprouve encore ce tressaillement de surprise, suivi bientôt d'admiration qu'excita dans le monde entier l'apparition du téléphone, lorsque M. Graham Bell, l'inventeur de cet appareil, le présenta pour la première fois en 1876 à l'Association scientifique de Boston. Mais l'enthousiasme du premier moment était à peine calmée que l'invention fut en butte à des critiques et même souleva des réclamations de priorité.

Ainsi que cela arrive presque toujours pour les grandes inventions, on trouva des devanciers à M. Graham Bell.

On se reporta aux travaux de Page qui, en 1844, avait découvert qu'une tige aimantée produisait un son lorsqu'on modifiait sa force magnétique en faisant passer un courant électrique variable à travers un fil enroulé en hélice autour de cette tige.

On rappela les essais de M. Ph. Reiss qui, avec un appareil muni d'un diaphragme en métal placé au-dessus d'un électro-aimant, réussit à transmettre à distance des sons musicaux avec leur intensité et leur hauteur.

Enfin la paternité de l'invention fut disputée plus sérieusement à M. Bell par M. Élisah Gray qui, après avoir inventé en 1874 le télégraphe harmonique, chercha à transmettre la voix à l'aide d'appareils à diaphragme métallique. C'est au cours de ces tentatives que M. Bell fit connaître et expérimenta publiquement son appareil qui fournissait d'emblée une solution aussi simple qu'ingénieuse de ce difficile problème. A ce double point de vue la disposition de M. Bell reste le chef-d'œuvre de cette série d'inventions admirables qui ont surgi à la suite de la découverte du téléphone.

Si la loi française des brevets n'a pu, dans son inflexibilité, maintenir au brevet Bell une validité que des erreurs de date avaient compromise, la France par la voix de l'Académie des sciences lui a décerné le prix Volta de 50 000 francs, fondé pour récompenser la plus grande découverte en électricité, et accordé seulement une fois vingt ans auparavant à M. Ruhmkorff, l'habile constructeur de la bobine d'induction.

*Description du téléphone Bell.*

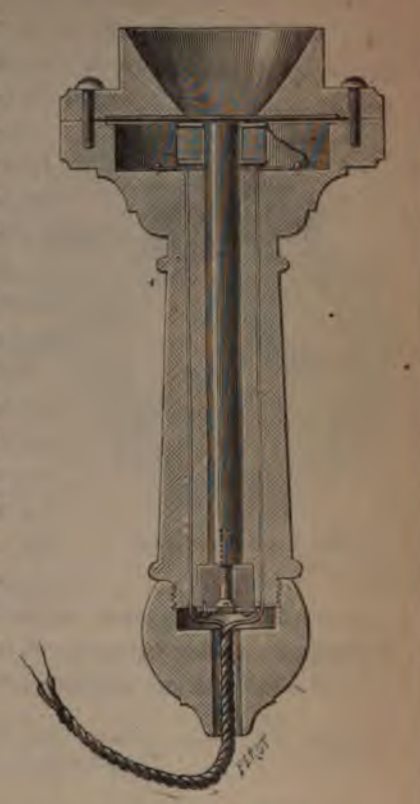
Dans le système téléphonique de M. Bell, le transmetteur et le récepteur sont identiques et reversibles.

Ainsi que le montre la figure ci-contre qui suppose le téléphone coupé par le milieu, cet appareil se compose de trois parties essentielles : une plaque de fer très mince, sorte de membrane métallique, une tige d'acier aimantée dont l'un des pôles est en face de la membrane, et une bobine qui coiffe la même extrémité de l'aimant. Les fils de la bobine du transmetteur se prolongent par un double fil qui va rejoindre la bobine semblable du récepteur.

Lorsqu'on parle dans l'appareil, la membrane métallique vibre à l'unisson de la voix, dont le souffle lui communique fidèlement toutes les inflexions de la parole articulée. Cette plaque de fer, en s'approchant plus ou moins du pôle de l'aimant modifie son état magnétique, et cette modification engendre, par induction dans la bobine, des courants électriques, qui s'élancent dans le fil et vont jusqu'au récepteur. Là, les mêmes circonstances se répètent, mais en sens inverse. En traversant la bobine du récepteur, les courants font varier l'intensité

magnétique de l'aimant qui, influençant plus ou moins la membrane, la fait vibrer absolument dans les mêmes conditions que la membrane du transmetteur. La parole se trouve donc reproduite d'un bout à l'autre du fil conducteur.

Un phénomène qui doit frapper l'attention dans le fonctionnement du téléphone, c'est la naissance, sous l'action de la voix, de ces courants ondulatoires d'électricité qui traversent le fil téléphonique, et qui sont comme la traduction électrique des vibrations sonores et vocales.


Fig. 1. Téléphone Bell.

Il y a deux sortes de téléphones : le téléphone magnétique, dont je viens d'esquisser la théorie, et le téléphone à pile, dont le principe a été aussi signalé par M. Bell. Dans les téléphones de cette catégorie, au lieu que ce soit la force de la voix qui fasse marcher l'appareil, c'est un courant électrique qui passe d'une manière continue dans le fil de communication, et la voix ne fait que modifier l'intensité de ce courant.

*Téléphones magnétiques dérivés du téléphone Bell.*

L'invention du téléphone a ouvert le chemin à un grand nombre de chercheurs qui se sont essayés à modifier et à améliorer l'œuvre primitive. Pour les personnes qui désireraient suivre les étapes du progrès accompli dans cet ordre d'idées, on ne peut mieux faire que de les engager à consulter les ouvrages spéciaux qui ont été écrits sur la matière, et notamment le livre si complet de M. le comte du Moncel. On se bornera ici à signaler les systèmes qui ont donné des résultats pratiques en commençant par ceux qui procèdent du même principe que l'appareil de Bell.

Tel était à l'origine le téléphone, tel il est encore dans sa constitution fondamentale sous les divers types imaginés depuis, quand on l'emploie comme appareil récepteur.

Les innovations ont porté sur deux points principaux, le réglage et le renforcement. Dans le modèle de M. Trouvé l'adjonction d'une vis per-

met de régler l'écartement de la membrane du pôle voisin de l'aimant. Les types de Gray et de Phelps comportent deux membranes placées devant les deux pôles de l'aimant recourbé à cet effet.

Le système Gower, utilise les deux pôles en concentrant leurs effets sur une seule membrane. De plus, M. Gower perce le centre de la membrane, et dispose près de l'ouverture une anche qui vibre sous un souffle énergique et permet de transmettre un signal d'avertissement.

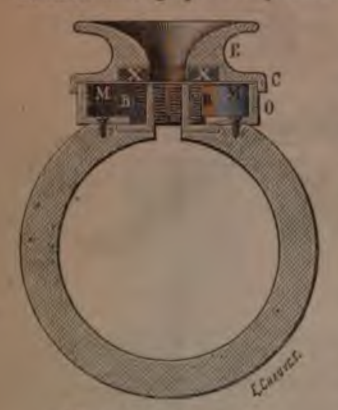


Fig. 2. Récepteur Ader.

Le principe des pôles concentrés se retrouve également dans les systèmes Siemens et Ader. Mais ce dernier présente, en outre, une particularité remarquable. De l'autre côté de la bobine B, près de l'embouchure E, est adapté un anneau en fer doux X appelé surexcitateur.

Le but de cet anneau est d'augmenter la force active de l'aimant, en raison de cette propriété très simple que possède la masse de fer doux d'attirer les pôles de l'aimant plus près de ses extrémités, et de les rapprocher ainsi de la membrane M. Cette combinaison ingénieuse donne au récepteur Ader une grande sensibilité; elle a contribué avec les autres travaux du même inventeur à lui faire mériter le prix de 3000 francs qui lui a été décerné récemment par l'Académie des sciences.

### *Téléphones à pile, système Édison.*

MM. Gray et Bell avaient reconnu que le magnétisme mis en jeu par le déplacement de la membrane ne produisait pas des courants ondulatoires assez puissants pour transmettre la voix à de grandes distances avec une intensité suffisante. Ils eurent alors l'idée de recourir à une pile pour lancer d'une manière continue dans le circuit un courant électrique, en ne demandant plus à l'oscillation de la membrane que de le transformer en courants ondulatoires. Ce fut là l'origine de la classe des téléphones à pile.

Cependant l'association du magnétisme rémanant de l'aimant et de la pile, n'avait pas fourni les résultats espérés, et l'on attendait pour la transmission téléphonique entre des points très éloignés une solution plus pratique. C'est M. Édison qui a eu le bonheur de la donner en 1877. Son téléphone est fondé sur cette propriété qu'un corps mauvais conducteur, tel que le charbon interposé dans un circuit, offre au passage du courant une résistance qui varie suivant les pressions auxquelles le dit corps est soumis. Prenant toujours la membrane métallique pour

recevoir les vibrations de la voix, M. Édison la met en contact avec une pastille faite avec du noir de fumée de pétrole.

La figure ci-dessous montre la disposition du transmetteur Édison. Cette propriété du charbon avait été étudiée par MM. Clairac et du Moncel, en France, mais M. Édison a le mérite de l'avoir appliquée à la téléphonie.

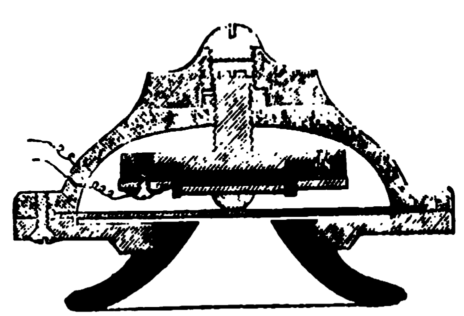


Fig. 3. Transmetteur Édison.

Le transmetteur Édison présente une autre particularité, qui réside dans l'adjonction d'une bobine d'induction. Le circuit primaire de cette bobine reçoit le courant électrique qui a traversé la pastille de charbon et a été rendu ondulatoire par la vibration de la membrane métallique, et ce sont les courants induits de l'hélice secondaire qui sont dirigés dans le câble de transmission. L'intervention de cette action inductive accroît considérablement la puissance de la transmission. Aussi est-ce à partir de la mise au jour de ce système que l'on a pu franchir des distances considérables, et que la téléphonie à commencé à se développer.

### *Electro-motographe d'Édison.*

Avant de quitter M. Édison il ne faut pas oublier une autre innovation téléphonique du fécond inventeur. Nous voulons parler de l'électromotographe ou métophone. C'est un récepteur destiné à permettre à un grand nombre de personnes réunies dans une même salle d'entendre toutes ensemble le chant ou la voix transmis par le téléphone.

Cet appareil par l'ensemble de sa construction présente une certaine ressemblance avec le phonographe. Il est formé d'un cylindre qui, en tournant, frotte contre l'extrémité d'une aiguille et la fait vibrer ainsi qu'une membrane métallique au centre de laquelle cette aiguille est fixée par son autre extrémité. Ce qui caractérise l'électro-motographe c'est le rôle électro-chimique que remplit le cylindre grâce à la matière spéciale dont il est construit. Cette matière est composée de craie en poudre agglomérée avec de l'acétate de mercure mélangée à une dissolution de soude ou de potasse caustique.

La surface du cylindre ainsi constitué est entretenue dans un certain état d'humidité, et elle jouit de la propriété d'ailleurs connue et appliquée déjà dans le « Recorder » de M. Thompson, de devenir rugueuse dans les parties où elle est traversée par un courant électrique [illegible]

prend par là comment les courants ondulatoires qui viennent d'un Transmetteur téléphonique permettent, par l'entremise de l'aiguille vibrante, de faire chanter ou parler à haute voix la plaque métallique du « Métophone. »

*Transmetteurs microphoniques.*

Peu de temps après l'invention d'Édison, un homme déjà célèbre par l'invention du télégraphe-imprimeur, M. Hughes, eut une idée qu'on pourrait qualifier de bizarre si elle n'avait eu des conséquences vraiment remarquables.

Au lieu d'une rondelle de charbon pulvérisé, il imagina d'interrompre le circuit électrique par un morceau de charbon suspendu entre deux coussinets également en charbon de façon à être en équilibre instable. Grâce à son mode de suspension, la tige de charbon subit avec une sensibilité extrême les ébranlements extérieurs communiqués à son support, et ses pointes émoussées, qui sont traversées par le courant, offrent à ce dernier un passage d'une section incessamment variable produisant, comme dans le téléphone Édison, les courants électriques ondulatoires correspondant aux ondes sonores,

Tel est le principe du Microphone qui doit son nom à ce qu'il permet, en amplifiant grandement les sons, de faire entendre la voix et les bruits les plus faibles.

Il serait trop long d'énumérer ici les expériences curieuses auxquelles a donné lieu le Microphone pour le renforcement des sons les plus inperceptibles (le tic-tac d'une montre placée près de l'appareil, le bruit d'une mouche qui marche sur son support) et nous arrivons tout de suite aux appareils qui en dérivent et qui ont reçu le nom de transmetteurs microphoniques.

Parmi ceux que la pratique a adoptés, nous citerons les systèmes Crossley et Ader. Sauf des différences d'agencement, ils présentent la même composition. L'un et l'autre possèdent un certain nombre de baguettes de charbon appliquées librement contre une tablette en bois mince, et divisant le parcours offert au courant électrique pour lui opposer moins de résistance. L'appareil affecte dans les deux systèmes la forme d'un pupitre qui renferme à l'intérieur la bobine d'induction, le parafoudre, et autres accessoires qu'on retrouve dans le transmetteur Édison. Un système de transmetteur que l'on range aussi dans la classe des microphones, est l'appareil Blake, très en faveur en Amérique ; il ne comporte qu'une petite pastille de charbon pressée par un ressort sur la membrane métallique.

Les dispositions des transmetteurs microphoniques peuvent être modifiées à l'infini. On doit signaler encore le microphone à contacts multiples de MM. P. Bert et d'Arsonval, la disposition de M. Lock-Labye et celle

plus récente de M. Maiche, qui remplace la tablette en bois par une cloche en verre. Celle-ci transmet ses vibrations à deux petites sphères en charbon intercalées dans le circuit électrique. Les auteurs de ces variantes semblent avoir eu pour objectif d'augmenter l'intensité du son transmis. C'est là, sans doute, une intéressante préoccupation, si l'on se propose de faire entendre à plusieurs personnes réunies dans une même salle un discours ou un chant produit au loin. Mais ce n'est pas là le rôle du téléphone dans l'usage journalier, où il s'agit de transmettre purement des communications verbales d'un caractère souvent confidentiel, ou de réaliser à distance une conversation intime qui ne doit pas tomber dans des oreilles étrangères.

Vers le milieu de l'année dernière d'autres modifications intéressantes ont été signalées par le Dr Herz. Il a réussi à obtenir la parole du Condensateur chantant de M. Pollard qui jusque-là n'avait donné que des sons musicaux. De plus il a fait voir que ce récepteur n'était aucunement sujet aux effets d'induction qui troublent les communications téléphoniques. Ce système expérimenté sur des lignes télégraphiques, aurait permis d'après l'inventeur de pousser la transmission jusqu'à des portées de 1100 kilomètres. Nous verrons si la pratique sanctionnera ces belles promesses.

### *Applications diverses du téléphone.*

Les applications du téléphone ont pris des formes tellement variées qu'il serait trop long de les énumérer ici. A côté de celles qui ont un but d'utilité comme les échanges de conversations ou d'appels dans les villes, sur les chemins de fer, dans les mines, il en est qui n'ont d'autre objet que de procurer une distraction agréable. C'est là le caractère de la curieuse application qui a été faite dans cette Exposition, et qui consiste à avoir mis deux salles du Palais de l'Industrie en communication téléphonique avec l'Opéra et le Théâtre Français. Les visiteurs, qui entreront le soir dans ces salles « d'audition à distance », n'auront qu'à mettre le téléphone à l'oreille pour entendre chanter ou déclamer les acteurs aussi nettement que s'ils assistaient à la représentation. Il ne dépend que de la bonne volonté des directeurs de théâtres que ce plaisir soit accessible à tous les abonnés du réseau téléphonique de Paris.

### *Établissement des Réseaux téléphoniques.*

Lorsque la découverte de M. Bell fut connue, il se rencontra des esprits sérieux qui contestèrent l'utilité du téléphone et se refusèrent à croire à son emploi pratique dans l'avenir. Très heureusement les résultats ont donné tort à ces pronostics [illegible] que le

phonographe d'Édison son émule, resté jusqu'ici à l'état de curiosité scientifique et même relégué au rôle de jouet, le téléphone n'a pas tardé à trouver sa place à côté du télégraphe parmi les plus utiles et les plus fécondes applications de la science.

Ce succès rapide est dû non seulement au mérite de l'invention, mais à ce fait qu'elle était une de celles qui arrivent à leur heure, trouvant dans la télégraphie le terrain tout préparé pour se développer et arriver à sa pleine maturité.

C'est grâce au téléphone que les personnes habitant une même ville peuvent à tout moment de la journée échanger des conversations sans sortir de leurs demeures. Ce résultat est obtenu par des fils électriques reliant ces différents points et constituant un réseau téléphonique.

Le problème de l'établissement d'un réseau téléphonique présente certaines difficultés pratiques.

S'il n'existait qu'un petit nombre de points, il suffirait de les réunir les uns avec les autres en formant ce qu'on appelle le polygone étoilé. Mais ces lignes, dans une ville comme Paris, deviennent beaucoup trop longues et par suite trop dispendieuses pour les abonnés situés aux points extrêmes, dans les quartiers excentriques. Pour éviter ces inconvénients, au lieu d'une station centrale, on en prend plusieurs, et on forme une série de petites étoiles réparties le mieux qu'on le peut dans les régions de la ville. Ces stations ou mieux ces bureaux auxiliaires ainsi choisis, sont alors réunis entre eux. Cette réunion peut avoir lieu directement en formant le polygone étoilé ou par l'intermédiaire d'un bureau central.

C'est ce système de distribution qui a été adopté à Paris dont le réseau comprend neuf bureaux auxiliaires répartis dans les principales régions et communiquant avec le bureau central de l'avenue de l'Opéra.

### *Installation des lignes et pose des câbles.*

Les lignes sont aériennes ou souterraines, quelquefois elles sont mixtes sur leur parcours, d'un abonné à son bureau auxiliaire.

*Lignes aériennes.* — Les lignes aériennes tendent à disparaître ; elles sont construites d'après le même principe que les lignes télégraphiques. Elles consistent en fils d'acier supportés de distance en distance par des poteaux avec isolateurs. Ces poteaux sont fixés sur les toitures des maisons avec l'autorisation des propriétaires.

*Lignes souterraines.* — Les lignes souterraines sont établies avec un câble d'une structure spéciale. Dans les types principaux employés jusqu'ici par la Société des téléphones, le conducteur, composé d'un ou de plusieurs brins en cuivre, est isolé par une enveloppe en gutta-percha, *puis recouvert* d'un guipage de coton. Ces fils, ainsi constitués, sont en-

tourés d'une gaine protectrice en plomb. On les réunit au moins deux par deux dans le même tube de plomb, pour former le double fil qui dessert chaque abonné. Mais le plus souvent on groupe sous le même plomb sept doubles fils pour simplifier et économiser le câble de transmission.

Pour la construction des lignes téléphoniques souterraines à Paris on a été très heureux de pouvoir utiliser le magnifique réseau d'égouts dont la ville de Paris a été dotée par M. Belgrand. Les câbles longent l'égout près de la naissance de la voûte, et y sont supportés de mètre en mètre par des crochets en fer scellés dans le mur. C'est par le branchement particulier d'égout, qui correspond à la maison habitée par l'abonné, que le double fil est amené jusqu'à l'appareil téléphonique de ce dernier.

Les doubles fils partant des postes des abonnés convergent vers le Bureau central et sont groupés en un faisceau que l'on épanouit sur le mur intérieur de la cave pour les fixer suivant une circonférence en formant une rosace. De la périphérie de cette rosace, les fils sont dirigés sur les appareils qui doivent établir les communications et qu'on appelle « commutateurs ».

### *Agencement d'un bureau central.*

L'appareil important d'un bureau central est le commutateur. Il est destiné à permettre d'établir des liaisons temporaires entre les fils qui y aboutissent suivant toutes les combinaisons deux à deux, résultant des communications que peut demander un abonné quelconque avec chacun de ceux qui sont reliés au même bureau.

Comme il faut que l'employé soit prévenu quand l'abonné désire être mis en communication avec tel autre, le tableau commutateur est accompagné d'un avertisseur ou annonciateur avec signaux optiques pour le jour et sonnerie pour la nuit. Le fil de chaque abonné, après avoir touché au commutateur, se rend à son annonciateur et de là à la terre ou bien se rejoint au fil de retour comme dans l'organisation récente qui est à circuit formé.

L'annonciateur le plus employé se compose d'un électro-aimant, dont l'armature, lorsqu'elle est éloignée, retient un disque cachant le numéro qui désigne l'abonné. Quand celui-ci en appuyant sur le bouton d'appel de son appareil, lance le courant de sa pile locale dans la ligne, l'armature de l'électro-aimant de l'annonciateur est attirée et déclanche le disque qui tombe et découvre le numéro.

Deux systèmes de commutateurs sont en usage.

Le plus ancien, déjà appliqué en télégraphie, et désigné sous le nom

de commutateur suisse est fondé sur le principe d'un tableau à double entrée.

L'autre, dénommé commutateur américain, a pour organe essentiel un interrupteur dit « Jack-Knife », qui tire son nom de la forme de couteau qu'il affectait à l'origine.

C'est dans ces deux systèmes à l'aide de fiches ou de chevilles que l'on forme la liaison électrique entre les deux points du commutateur auxquels aboutissent les lignes des abonnés à mettre en communication.

La manière dont se fait le service des bureaux téléphoniques est des plus simples. Il est en outre des plus rapides, grâce à l'intelligente activité déployée par les demoiselles à qui est confié le service du réseau de Paris pendant le jour.



Fig. 4. Aspect d'un bureau central.

ASPECT D'UN BUREAU CENTRAL

Dans ce bureau où est installé un commutateur Jack-Knife on voit l'employé occupé à établir une communication demandée par l'abonné 731 et parlant avec celui-ci en se servant de l'appareil portatif de bureau qui réunit le transmetteur Édison avec son récepteur.

EXPLOITATION DES RÉSEAUX TÉLÉPHONIQUES.

C'est en Amérique, berceau de l'invention du téléphone, que furent établis les premiers réseaux téléphoniques. Ils ont pris un grand développement à Boston, Philadelphie, Chicago et New-York. Dans chacune de ces dernières villes on compte plus de 3000 abonnés.

Les lignes sont aériennes; cette installation est défectueuse et *entraîne surtout* de graves inconvénients par suite de la construction

des maisons américaines, qui ont presque toutes leurs toitures en terrasse. En outre la multiplicité de ces câbles aériens au-dessus des rues et des places publiques finit par leur donner un aspect désagréable.

Partout on a adopté le principe des abonnements. A New-York, chaque abonné paye par an 120 dollars lorsque sa distance au prochain bureau auxiliaire ne dépasse pas un mille anglais.

La compagnie qui s'est créée en Angleterre pour exploiter le téléphone pensait, comme celle de l'Amérique, pouvoir fonctionner sous le régime de la liberté, lorsque vers la fin de l'année dernière le gouvernement anglais réclama pour le Post-Office le monopole de l'emploi du téléphone. La Compagnie résista, et un procès s'ensuivit qui fut porté devant la cour de l'Échiquier de Sa Majesté britannique. La compagnie a perdu son procès; mais par suite d'un arrangement elle est devenue fermière du gouvernement.

Actuellement le téléphone fonctionne dans plusieurs grandes villes d'Angleterre et d'Écosse. A Londres, le prix de l'abonnement est de 20 livres sterling.

En Allemagne, le gouvernement se charge de l'exploitation du téléphone. Des réseaux téléphoniques commencent à s'établir à Berlin, à Hambourg, Mulhouse, etc. Le prix de l'abonnement à Berlin est de 200 marcs ou 250 francs.

La Belgique a vu se développer assez rapidement l'exploitation du téléphone qui compte des réseaux importants à Bruxelles, Anvers et Liège.

En France, les réseaux téléphoniques sont exploités par la Société générale des téléphones, qui a été constituée le 30 octobre 1880. Cette Société est liée avec l'État, par le cahier des charges de l'arrêté du 26 juin 1879, par lequel M. le ministre des postes et des télégraphes, a autorisé l'installation et l'exploitation des communications téléphoniques.

Outre un cautionnement de 25 000 francs, la Compagnie concessionnaire paye à l'État, à titre de droit d'usage du téléphone, une annuité calculée à raison de 10 pour 100 des recettes brutes encaissées par l'entreprise.

Pour l'emplacement de ses fils dans les égouts, la Société paye à la ville une redevance dont le chiffre vient d'être arrêté par le traité soumis au Conseil municipal.

Le réseau souterrain, qui n'était que de 430 kilomètres au moment de la fusion des Compagnies, mesure aujourd'hui un développement de 1200 kilomètres.

Le nombre des abonnés reliés s'est élevé de 454 à 1500 sur lesquels 1110 sont reliés.

Le nombre des communications demandées en une semaine, qui

était de 4000 en octobre, a atteint le chiffre de 50000; il a plus que décuplé.

Ces chiffres éloquents montrent le progrès que fait l'usage du téléphone. Auxiliaire du télégraphe, il entre tout à fait dans les mœurs. Aujourd'hui, il permet aux habitants d'une même ville de communiquer verbalement entre eux, à toute heure du jour ou de la nuit. Rien ne s'oppose à ce que d'ici à un temps peu éloigné, on puisse également parler d'une ville à une autre. Rien n'empêche que le réseau téléphonique, en s'étendant plus loin encore, ne couvre chaque continent, et, traversant les mers, n'embrasse le globe terrestre tout entier.

Lorsque ce jour sera arrivé, lorsqu'on pourra ainsi se parler d'un bout du monde à l'autre, lorsque, quelle que soit la distance qui les sépare, deux êtres chers l'un à l'autre pourront se faire entendre le timbre et même le souffle de leur voix, leurs rires comme leurs sanglots, ne pourra-t-on pas dire que le téléphone a véritablement supprimé l'éloignement, cette tristesse de la vie, et qu'à ce titre surtout, l'auteur de cette découverte doit être considéré comme un des bienfaiteurs de l'humanité.

## § 2.

## PHOTOPHONIE.

### *Exposé.*

C'est encore à M. Graham Bell qu'est due la découverte du photophone, appareil destiné à transmettre la voix à distance par la lumière. Il l'annonça vers le milieu de l'année dernière à l'Association scientifique de Boston.

Dans le photophone, le fil métallique est supprimé; il n'en est plus besoin, puisqu'au lieu de l'électricité, c'est la lumière qui est l'agent de transmission. Le transmetteur et le récepteur sont donc unis par un simple faisceau de rayons lumineux empruntés au soleil, ou à une source artificielle quelconque, lampe électrique, gaz, bougies, etc. C'est, selon l'expression de M. Bell, l'énergie radiante de ce faisceau qui est mise à contribution pour transporter la voix au loin. La voix s'entend finalement par un téléphone. Mais comment celui-ci est-il influencé par le faisceau lumineux, comment ce faisceau lui-même sera-t-il mis en état de vibrer comme la parole? Autant de questions que M. Bell avait à résoudre pour arriver à son but. La première exigeait l'emploi d'un corps à la fois sensible à la lumière et à l'électricité. Ce corps existait; c'est le sélénium.

*Propriété du sélénium.* — Le sélénium est considéré comme un métal-

loïde par les chimistes qui le placent à côté du tellure, dans la famille du soufre. Il a été découvert en 1817 par Berzelius et Gottlieb Gahn, qui l'ont isolé d'une pyrite de fer avec laquelle ils cherchaient à préparer de l'acide sulfurique.

Au nombre des propriétés du sélénium, Berzelius avait signalé celle qu'il possède d'être une substance isolante de l'électricité. Mais cette propriété était seulement inhérente à l'état amorphe et vitreux dans lequel il l'avait obtenu. Ainsi que le montrèrent successivement Knox, en 1837, puis Hettorf, le sélénium devient conducteur de l'électricité lorsqu'il est chauffé, ou lorsqu'après avoir été fondu il est refroidi lentement; il a alors changé d'état et est devenu cristallin.

Enfin, en 1873, M. Willoughby Smith fait connaître à la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres, que la résistance du sélénium au passage du courant électrique est plus faible à la lumière que dans l'obscurité. Ces résultats sont confirmés par plusieurs physiciens, entre autres par le lieutenant Sale, par M. Adams et par lord Rosse. Ce dernier, par des expériences comparatives faites avec le sélénium et une pile thermo-électrique, chercha à démontrer que c'est la lumière seule, et non la chaleur, qui fait varier la résistance électrique du sélénium.

Quoi qu'il en soit, le sélénium est sensible à l'influence des radiations lumineuses. L'important pour M. Bell était d'accroître cette sensibilité en vue des effets qu'il en voulait tirer, c'est-à-dire de diminuer la résistance que le sélénium présente au passage de l'électricité. Il obtint un excellent récepteur téléphonique en augmentant la surface du sélénium par rapport à son volume et en réduisant le plus possible la longueur traversée par le courant.

### *Dispositions du photophone.*

Tout d'abord M. Bell a construit son photophone pour l'appliquer seulement à la transmission des sons musicaux. L'interrupteur est une roue perforée intercalée entre la source lumineuse et le récepteur. Le sélénium sous la forme d'une tige, d'un cylindre, ou d'une spirale, est placé avec un téléphone dans un circuit électrique. Le faisceau lumineux provenant du soleil ou d'une lampe électrique est dirigé par un réflecteur sur une lentille au foyer de laquelle est placée la roue perforée. Lorsqu'on fait tourner cette roue, elle détermine sur le faisceau lumineux une succession d'éclairs et d'éclipses. S'il s'en produit 435 par seconde, il y aura autant d'émissions et d'interruptions du courant électrique et, par suite, la membrane du téléphone exécutera 435 vibrations, c'est-à-dire rendra la note du *la* normal.

Voilà pour le transport des sons. Arrivons maintenant à la transmission de la *parole*. Il ne suffit plus alors de déterminer des intermittences

d'éclairs et d'éclipses dans le faisceau lumineux, il y faut produire des vibrations se modifiant sans cesse dans leur vitesse et dans leur intensité en concordance avec les vibrations qui caractérisent la voix. Le premier interrupteur imaginé dans ce but par M. Bell, est une sorte de transmetteur téléphonique, dont la membrane est reliée avec une plaque percée de fentes parallèles et superposées à une plaque percée de la même manière. Mais bientôt supprimant l'intermédiaire de ces plaques ajourées, M. Bell eut l'idée de faire agir directement la membrane vibrante comme interrupteur du faisceau lumineux. Pour cela il remplaça la plaque de fer par une feuille de verre très mince dont une des faces est argentée.

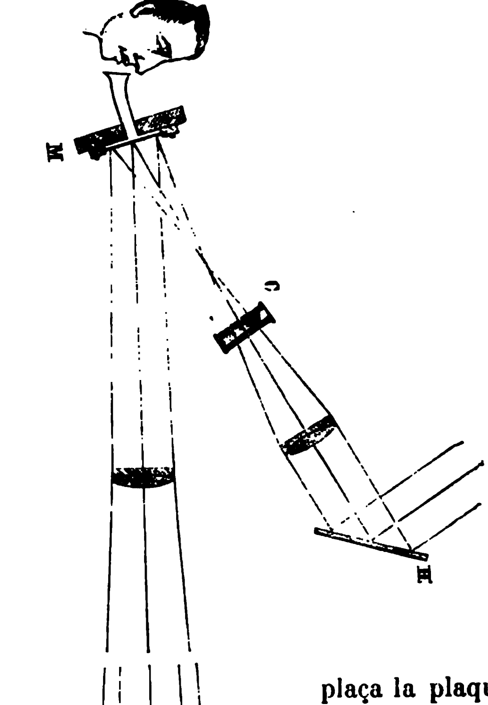


Fig. 5.

Lorsqu'on parle dans ce transmetteur, le miroir vibrant se bombe ou se creuse, et ainsi dilate ou contracte le faisceau lumineux. Il jette, de la sorte, plus ou moins de clarté sur le sélénium et, par suite, impressionne plus ou moins vivement sa conductibilité électrique. Ces variations s'effectuent bien en concordance parfaite avec les ondes de la voix parlée, puisque c'est identiquement celle-ci que l'on entend dans le téléphone récepteur.

La première expérience faite avec cet appareil, en mai 1878, a permis à MM. Bell et Tainter de causer à une distance de 218 mètres. Plus tard, ils purent correspondre à une distance de plus de 21 kilomètres. Ils employaient la lumière du soleil, comme d'ailleurs dans toutes les expériences auxquelles ils se livrèrent en Amérique. Ils eurent alors l'occasion fréquente de consta-

ter des amoindrissements dans le son transmis, chaque fois que le soleil venait à être obscurci : ce qui leur permit de dire qu'avec le photophone on peut entendre passer les nuages devant le soleil.

*Conséquences du Photophone.*

En multipliant ces expériences, M. Bell est arrivé à des résultats d'une haute importance scientifique. La principale est que l'on peut même se dispenser du concours de l'électricité et entendre, en quelque sorte, la lumière vibrer sur le corps qu'elle vient frapper.

Pour le prouver M. Bell se sert d'un appareil semblable à son transmetteur, à cette différence près, que le tuyau dans lequel on parle se termine par un pavillon. En le portant à l'oreille, on entend résonner la plaque dès qu'elle est touchée par le faisceau lumineux mis en vibration au moyen de la roue perforée. Le bruit est faible, mais on s'en rend compte par contraste au moyen des silences qui se produisent lorsqu'on passe la main devant le faisceau de lumière.

M. Bell a fait cette expérience avec des plaques de différentes substances ; il a essayé tous les métaux, et chaque fois il a entendu le bruit provenant de la lumière scintillante qui tombait sur la plaque. Tous les corps sont donc susceptibles de résonner sous l'action d'un rayon lumineux vibratoire. C'est là, en quelque sorte, la révélation d'une nouvelle propriété de la matière, ou mieux une nouvelle confirmation de cette grande conception scientifique moderne, à savoir que : chaleur, lumière, électricité, sont les manifestations d'une même force de la nature qui est le mouvement.

Dans ces derniers temps et presque simultanément, M. Bell en Amérique et M. Mercadier en France, ont trouvé que les corps poreux tels que le charbon en poudre se prêtaient admirablement à la réception des radiations lumineuses et calorifiques. M. Mercadier a formé son récepteur radiophonique d'un simple tube de verre renfermant une lame quelconque, en mica par exemple, recouverte de noir de fumée. Cet appareil que son auteur a appelé « Thermophone » est susceptible de reproduire tous les sons de la voix humaine, le chant et aussi la parole articulée.

Mais dans ces expériences, l'électricité ne joue plus aucun rôle, et nous devons nous borner à l'indication de cette nouvelle branche de la science inspirée par le Téléphone et qu'on appelle la « Radiophonie ».

ARMENGAUD Jeune.

# LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

---

## § 1. *Généralités.*

La section consacrée à la lumière électrique est une des plus importantes de l'Exposition. Elle est remarquable non seulement par le nombre des appareils venus de tous les pays, mais encore et surtout parce que ces appareils sont en mouvement et qu'ils produisent, chaque soir, la plus brillante illumination qu'on ait jamais vue.

Pendant la journée, le visiteur peut examiner, en détail, les machines qui engendrent l'électricité, les brûleurs qui l'utilisent, les mille accessoires qui la distribuent et la régularisent; puis, pendant la soirée, se rendre compte des effets de cette nouvelle lumière artificielle.

La lumière électrique peut être obtenue au moyen de l'*arc voltaïque* ou par *incandescence.*

Elle peut servir à l'éclairage permanent ou à la production de signaux. De là deux classes distinctes :

1° L'*éclairage* proprement dit et son application aux ateliers, aux travaux extérieurs, aux gares de chemins de fer, à la voie publique, aux magasins et aux usages domestiques;

2° Les *projections lumineuses* et leurs applications aux phares, à l'art militaire, à la marine et aux effets scéniques.

Dans presque toutes les installations on fait usage de l'arc voltaïque; il est donc utile de donner quelques renseignements sur sa découverte et ses propriétés.

En 1813, quatorze ans après la découverte de Volta, un des plus illustres savants de l'Angleterre, sir Humphrey Davy fit une expérience mémorable qui fut le germe de l'industrie nouvelle dont nous nous occupons. Il prit deux tiges de charbon de bois préalablement rougies, éteintes dans le mercure et taillées en pointes; il mit une de ces tiges en communication avec le pôle positif d'une pile et l'autre en communication avec le pôle négatif de la même pile. Cela fait, Davy approcha les deux pointes l'une de l'autre; dès qu'elles se touchèrent, il se manifesta au contact un échauffement considérable et une lumière assez

une petite machine séparée pour exciter leurs électro-aimants et celles qui sont *auto-excitatrices*, c'est-à-dire qui possèdent sur le même arbre le générateur principal et l'excitateur des électro-aimants.

### § 3. *Régulateurs*.

On nomme généralement *brûleurs* les appareils qui portent les charbons lumineux. Il y a trois sortes de brûleurs principaux, savoir : 1° les *régulateurs* dans lesquels la longueur de l'arc voltaïque est rendue à peu près constante à l'aide d'un mécanisme spécial; 2° les *bougies* qui sont formées de deux crayons parallèles ou obliques; 3° les *lampes à incandescence* qui, au lieu d'employer l'arc voltaïque, utilisent la propriété qu'ont certains corps d'atteindre une température extrêmement élevée lorsqu'ils sont traversés par un courant assez puissant.

En principe, les régulateurs électriques remplissent automatiquement deux fonctions capitales; ils écartent les charbons pour donner naissance à l'arc voltaïque, et, malgré la combustion des charbons, ils conservent à cet arc une longueur uniforme. Plusieurs d'entre eux maintiennent le foyer lumineux à une hauteur constante ou permettent d'établir plusieurs lumières sur un même circuit. Dans les premiers *porte-charbons*, le recul pour former l'arc et le rapprochement des pointes s'opérait à la main, ce qui était fort incommode pour les expériences d'une longue durée, ou lorsqu'on avait besoin d'une grande fixité; cependant ce moyen est encore en usage dans les fêtes publiques, dans les théâtres, dans la photographie, dans l'art militaire, dans la marine, etc., etc.; partout où il s'agit d'envoyer une vive lumière sur un point donné et de projeter des rayons suivant diverses directions sans s'arrêter longtemps sur les mêmes points. L'imperfection de ce procédé l'a fait abandonner pour l'éclairage ordinaire. Presque tous les électriciens font usage d'appareils basés sur l'application d'une idée des plus ingénieuses, qui a eu pour promoteurs, en 1848, Foucault en France, et, à la même époque, Staite et Petrie en Angleterre. Cette idée, qu'il serait difficile d'exposer avec un développement complet dans une simple notice, repose sur les deux observations suivantes : 1° lorsqu'on fait passer un courant électrique dans un fil métallique enroulé en spirale sur un petit cylindre en fer doux, on développe une aimantation dans ce petit cylindre qui peut, dès lors, attirer à lui une armature disposée *ad hoc*. Plus le courant est puissant, plus l'armature est attirée vers l'électro-aimant (on nomme ainsi le cylindre en fer, sa garniture en cuivre et son armature); de sorte que, si un ressort placé en opposition agit sur l'armature, celle-ci s'approchera ou s'éloignera de l'électro-aimant, suivant que l'aimantation l'emportera ou non sur le

ressort antagoniste; 2° lorsque l'arc voltaïque augmente de longueur, le courant qui le traverse diminue d'intensité.

Pour appliquer ces principes, il suffit d'établir un électro-aimant dans le régulateur et de placer devant lui une armature oscillante retenue par un ressort réglé convenablement. Les charbons s'avancent l'un contre l'autre par l'effet d'un ressort ou d'un poids moteur. Lorsque le régulateur ne fonctionne pas, les pointes des charbons se touchent. Dès qu'on fait passer le courant électrique, l'armature sollicitée par l'électro-aimant éloigne un des porte-charbons et l'arc jaillit immédiatement. En même temps, cette armature, au moyen d'un petit embrayage, neutralise l'effet du moteur. Quand la longueur de l'arc devient trop grande, le courant diminue d'intensité, et, par suite, la force attractive de l'électro-aimant diminue; le ressort antagoniste devient prépondérant et l'armature fait débrayer le moteur. Les charbons s'avancent alors l'un contre l'autre, l'arc reprend sa longueur normale, l'armature se remet en place et le moteur est enrayé de nouveau. Les choses se passent ainsi jusqu'à complète usure des charbons.

Le visiteur qui lira ces détails techniques en examinant les appareils exposés en comprendra facilement le sens.

Dans l'un des plus anciens systèmes de régulateurs, l'électro-aimant, au lieu d'embrayer un mécanisme, agissait sur un robinet donnant passage à un filet de mercure. En descendant d'un réservoir supérieur dans un petit cylindre, le mercure soulevait un piston auquel était lié le porte-charbon inférieur du régulateur. Il maintenait ainsi l'écart constant entre les deux pointes de charbon. (Cet appareil porte le nom de Lacassagne et Thiers, il figure à l'Exposition.)

Signalons encore une modification au principe que nous avons brièvement exposé. Au lieu d'électro-aimant, d'armature et de moteur, Archereau imagina d'introduire un porte-crayon en fer dans un solénoïde (on appelle ainsi un tube mince entouré de fil de cuivre en spirale) et d'équilibrer son porte-crayon par un contre-poids. En envoyant le courant dans le solénoïde, le porte-crayon inférieur se trouve attiré, il recule un peu et l'arc se forme; puis quand l'arc augmente, la force du solénoïde diminue et le crayon remonte. Ce système perfectionné est appliqué dans plusieurs installations, notamment dans la section belge.

On appelle *régulateur différentiel* celui qui renferme deux électro-aimants ou deux solénoïdes en opposition, l'un placé sur le courant principal et l'autre sur une dérivation de ce courant. L'électro-aimant ou le solénoïde, placé sur une dérivation, remplace le ressort antagoniste dont nous avons parlé. La première idée de ce système, qui permet d'installer plusieurs régulateurs sur un même circuit, est due à Lacassagne. Cette disposition est fort usitée en France, en Angleterre,

en Allemagne et en Russie. Dans quelques appareils l'électro-aimant, placé sur le courant principal, est supprimé.

En dehors des régulateurs basés sur l'emploi du courant électrique pour le maintien d'un arc constant, le visiteur rencontrera plusieurs dispositions fort intéressantes, mais d'un emploi plus restreint. Nous recommandons à son attention les appareils où les charbons butent sur des substances réfractaires, ceux où ils sont assujettis à conserver toujours la même position relative par l'effet d'une tige de dilatation, etc., etc.

## § 4. *Bougies.*

Nous avons vu que le rôle des régulateurs était d'écarter les charbons au moment de l'allumage et de conserver à l'arc voltaïque une longueur constante pendant toute la durée de l'éclairage. En 1876, M. Jablochkoff, frappé des inconvénients multiples que présentaient alors des appareils compliqués et imparfaits, chercha à obtenir le même résultat sans aucun mécanisme, et, après une série de tâtonnements, il parvint à résoudre le problème d'une manière aussi originale qu'ingénieuse.

Au lieu de laisser les crayons indépendants et de les placer comme l'avait fait Davy, en ligne droite, bout à bout, M. Jablochkoff les accoupla parallèlement en interposant entre eux une lame mince de substance minérale pouvant se vaporiser à une haute température. Il fit du tout une seule et même baguette, d'une manutention facile, à laquelle il donna le nom de *bougie électrique*. Pour l'allumage, l'inventeur trempa les pointes des crayons dans une pâte de charbon, créant ainsi une amorce qui s'allume instantanément au passage du courant. L'arc voltaïque succède à cette combustion et conserve naturellement une longueur invariable pendant toute la durée de la bougie.

La matière qui sépare les crayons est un mélange, par parties égales, de sulfate de chaux et de sulfate de baryte.

Pour un éclairage de longue durée, les bougies sont installées sur un chandelier; au moyen d'un commutateur, dès que l'une d'elles arrive à sa fin, on allume la suivante. Dans certains cas, les commutateurs à main sont remplacés par des appareils qui opèrent automatiquement le changement des bougies.

En mélangeant à l'isolant des parcelles métalliques, on est parvenu à rallumer des bougies après la combustion de l'amorce, mais ce perfectionnement est peu usité, parce qu'il complique la fabrication sans grande utilité pratique.

Les premières expériences de M. Jablochkoff furent exécutées avec des machines dynamo-électriques à courant continu, ce qui nécessitait des charbons d'inégales sections et donnait une lumière assez irrégulière. Avec des machines à courants alternatifs, l'inventeur put prendre

des charbons de même diamètre et la lumière devint plus belle et plus fixe. Toutes les bougies qui figurent à l'Exposition sont alimentées de cette manière.

L'invention de M. Jablochkoff est d'une simplicité et d'une sécurité remarquables; en outre, elle permet l'emploi de plusieurs foyers sur un même circuit. (Il existe des machines actionnant jusqu'à 60 bougies en 12 séries.) Ses propriétés exceptionnelles l'ont rendue rapidement populaire, et c'est grâce à elle que les voies publiques et les grands magasins ont, pour la première fois, pu être éclairés d'une manière pratique, suivie, permanente par l'électricité.

Quoique la bougie électrique soit de création récente, on compte déjà par millions le nombre d'exemplaires livrés à la consommation, près de 4000 foyers sont installés dans le monde entier, et le nombre des applications s'accroît chaque jour. Il y a là, sans contredit, un grand progrès industriel réalisé.

Il serait injuste de ne pas associer à la mention de ce succès les noms de MM. Gramme et Carré; car le premier, par une heureuse transformation de sa machine primitive, parvint à établir des générateurs d'électricité capables d'alimenter un grand nombre de bougies, et le second sut installer une excellente fabrication de crayons artificiels. M. Jablochkoff eut ainsi sous la main, dès la création de sa bougie, les éléments qui devaient la faire valoir; c'est-à-dire de bons crayons et une source régulière et économique d'électricité.

Peu de temps après la première application de la bougie électrique, on vit surgir une foule d'inventions similaires, plus ou moins ingénieuses, plus ou moins pratiques, mais toutes plus compliquées que celle dont nous venons de parler. Les nouveaux appareils conservèrent le nom de bougies, bien que plusieurs d'entre eux fussent de véritables régulateurs à charbons parallèles.

Parmi ces bougies, nous en connaissons deux qui méritent d'être citées : l'une est due à M. Wilde, électricien anglais très réputé, et l'autre à M. Jamin, le célèbre professeur français.

La bougie Wilde se compose en principe d'un support sur lequel sont placés les deux crayons et d'un électro-aimant agissant pour produire l'écart au début de la marche. Lorsque le courant ne traverse pas l'appareil, les crayons ont leurs pointes en contact; l'un d'eux est vertical, l'autre est légèrement oblique. Dès que le courant passe, l'électro-aimant attire une armature, celle-ci sépare les crayons et les rend parallèles, l'arc jaillit et la flamme ayant une certaine tendance à s'élever, reste constamment à la partie supérieure. Si on arrête momentanément le courant, ou lorsqu'une extinction se produit accidentellement, l'électro-aimant devient inerte, les pointes des crayons reviennent au contact et le rallumage a lieu sans la moindre difficulté.

La bougie Jamin, la plus employée après celle de Jablochkoff, est basée sur l'influence réciproque de deux courants placés dans le voisinage l'un de l'autre. L'arc voltaïque est un véritable courant; en l'entourant d'un cadre directeur, traversé lui-même par un courant, on parvient à maintenir le foyer lumineux à l'extrémité des crayons, sans intercaler entre ces crayons aucun isolant et quelle que soit d'ailleurs leur direction.

M. Jamin place ses deux crayons parallèlement, la pointe en bas, et il maintient constamment l'arc à leurs extrémités. La lumière est bien utilisée, puisqu'elle doit le plus souvent éclairer le sol. Un petit mécanisme ayant pour moteur la force attractive du cadre directeur, permet l'allumage au début et le rallumage instantané pendant la marche.

De tous les appareils à arc voltaïque, c'est ce dernier qui divise le plus le courant des machines; l'inventeur est parvenu à placer 60 foyers sur une machine Gramme auto-excitatrice, qui avait été combinée pour actionner 8 bougies.

Pour ne pas compliquer cet exposé, nous placerons, dans la catégorie des bougies électriques, l'appareil connu sous le nom de *lampe-soleil*, dont on voit plusieurs spécimens dans les sections française et belge.

La lampe-soleil est un appareil formé de deux charbons obliques, noyés dans des blocs en matière réfractaire. Les charbons traversent ces blocs et leurs pointes se trouvent en regard, grâce à deux orifices ménagés *ad hoc*. La lumière est d'une couleur légèrement dorée, elle est concentrée dans un espace restreint, et se projette sur le sol en presque totalité. Avec des courants continus, le fonctionnement est silencieux; avec des courants alternatifs, la combustion en plein air est accompagnée d'un bourdonnement assez intense.

Les inventeurs de la lampe-soleil ont récemment combiné des enveloppes très ingénieuses, ayant pour effet de faire disparaître ce bruit et d'envoyer une partie des rayons sur tous les points du local à éclairer.

### § 5. *Éclairage par incandescence.*

Tandis que l'éclairage par l'arc voltaïque prenait son essor dans l'industrie, un autre système de lumière électrique commençait à sortir de la période des essais, et parvenait à lutter, souvent victorieusement, avec les régulateurs et les bougies. Nous voulons parler de l'éclairage par *incandescence*.

La différence essentielle qui existe entre les deux systèmes consiste dans la disposition des corps rendus lumineux; pour obtenir l'arc, il faut nécessairement éloigner les charbons l'un de l'autre, et pour obtenir l'incandescence, il suffit de faire traverser par le courant un corps conducteur court et mince.

La température de ce conducteur atteint immédiatement un degré si élevé, que bien peu de corps résistent longtemps à son influence, de sorte qu'il est difficile d'obtenir une lumière réunissant les trois conditions essentielles d'un bon éclairage : intensité, régularité et durée. Aussi presque tous les inventeurs ont abandonné la recherche de la première de ces conditions et se sont bornés à l'étude des deux autres.

La première lampe à incandescence est due à M. Moleyns qui, en 1841, combina un appareil formé d'une spirale en platine, enfermée dans un globe et rendue lumineuse par le passage du courant d'une pile. Pour augmenter l'éclat du foyer, on faisait tomber sur la spirale, grain à grain, du charbon pulvérisé.

En 1845, M. Starr exécuta la première lampe à vide et obtint une belle lumière en chauffant à blanc une petite tige de charbon. Cette disposition fut employée treize ans plus tard, par M. de Changy, qui substitua au charbon le fil de platine.

Ces premiers essais demeurèrent infructueux, en raison du prix élevé de l'électricité et de l'usure rapide des conducteurs en ignition.

L'éclairage par incandescence était tombé, depuis longtemps, dans l'oubli, lorsqu'en 1873, M. Lodyguine présenta à l'Institut de Saint-Pétersbourg une nouvelle édition de la lampe à vide et à charbon de Starr, qui fut considérée comme une invention tout à fait originale. Dans cette lampe, M. Lodyguine faisait usage de crayons d'une seule pièce en diminuant leur section au milieu de la longueur, et il plaçait deux charbons dans le même appareil. Malgré des perfectionnements réels que cette lampe reçut, principalement en Russie, son emploi ne s'est pas propagé.

Tout récemment, l'éclairage par incandescence a reçu enfin deux solutions pratiques qui figurent, toutes deux, à l'Exposition.

Dans l'une, les crayons brûlent dans l'air, dans l'autre, ils brillent dans le vide *sans se consumer*. L'antériorité des systèmes étant contestée, nous nous contenterons de désigner les appareils par leurs noms sans nous prononcer sur leur originalité.

Parmi les brûleurs de la première série, on remarquera les systèmes Reynier et Werdermann ; nous signalerons au nombre des lampes à vide, les systèmes Edison, Maxim et Swan.

Dans les lampes fonctionnant à l'air, une longue baguette de charbon vient s'appuyer contre la périphérie d'un disque en charbon ou contre un gros crayon, ou bien encore sur une rondelle métallique, la baguette se taille en pointe, s'échauffe à blanc et produit une lumière d'une fixité remarquable.

Dans les appareils à vide, le crayon ordinaire est remplacé par un filament de carbone disposé en fer à cheval et renfermé dans une ampoule de verre scellée à la lampe. Au lieu de faire le vide, on empri-

sonne quelquefois dans l'ampoule une atmosphère *carburée* qui passe pour aider à la conservation du carbone éclairant.

Les données positives sur la durée du service de ces lampes font défaut; quelques-unes ont fonctionné pendant des mois entiers sans interruption, d'autres ont été hors de service en quelques heures. Ce point important sera certainement éclairci pendant l'Exposition.

Nous pouvons, dès aujourd'hui, affirmer qu'une machine électrique unique alimente un très grand nombre de foyers, que la lumière est d'une fixité absolue, que l'installation de ces lampes dans un appartement est facile à faire, et enfin, que le prix de l'ampoule garnie est minime. Toutes ces questions ont pour contre-partie la grande absorption de travail moteur pour une intensité de lumière donnée.

Les organes spéciaux servant à distribuer le courant dans les lampes à incandescence et à enregistrer les quantités d'électricité consommées sont très curieux à étudier. Ils sont encore trop nouveaux pour donner lieu à une appréciation raisonnée.

## § 6. *Charbons électriques.*

Après avoir décrit rapidement les générateurs d'électricité et les divers systèmes de lampes, il nous reste à dire quelques mots des charbons ou crayons qui servent à former les foyers.

Nous avons vu que Davy faisait usage de baguettes de charbon de bois éteintes dans le mercure, et que Foucault employait des crayons taillés dans les dépôts de cornues à gaz. Ce dernier charbon est très dense et offre une grande résistance à l'action destructive des foyers électriques, mais il n'est pas homogène, il éclate quelquefois, s'use souvent d'une façon singulière et produit alors des variations d'éclat fort désagréables pour les yeux. En présence de ces inconvénients, les électriciens cherchent depuis longtemps un charbon plus pur; les uns fabriquent des charbons agglomérés, les autres purifient simplement le charbon de cornue.

En 1846, Staite fit breveter un procédé de fabrication de crayons pour lumière électrique, qui avait pour base un mélange de coke pulvérisé, additionné d'une petite quantité de sirop de sucre. Dix ans plus tard, Lacassagne purifia les charbons de cornue en les plongeant à la température rouge et en les laissant digérer dans un bain de potasse et de soude caustique.

Plus récemment, MM. Archereau, Sautter et Lemonnier, Carré, Gauduin, Napoli, Siemens et Brush, pour ne citer que les plus connus, fabriquèrent des crayons en employant des charbons pulvérisés de diverses provenances, agglomérés avec du sucre ou du brai, en les triturant avec soin, en les comprimant énergiquement, en les passant à la filière et en

les faisant cuire à une très haute température. Ces crayons servent aujourd'hui à l'alimentation des régulateurs, des lampes à incandescence brûlant à l'air et à la fabrication des bougies.

Plusieurs industriels établissent des charbons creux et ils remplissent le vide avec une substance vitrifiable qui jouit de la propriété de fixer la lumière au centre même du crayon et de lui donner une plus grande stabilité. D'autres recouvrent l'extérieur des charbons d'une couche de cuivre ou de métal pour en augmenter la conductibilité et la durée. D'autres enfin les plongent dans une solution d'alun pour les empêcher de rougir sur une trop grande longueur, ce qui augmente en outre la durée.

Pour les lampes à vide, M. Edison prépare son charbon de la manière suivante. Il prend de petites bandes de papier de bristol ayant $0^m,05$ de largeur sur $0^m,003$ d'épaisseur, il les découpe à l'emporte-pièce en forme de fer à cheval et les place à l'intérieur d'un creuset en fer forgé, chauffé au blanc dans un fourneau à réverbère. La matière se décompose, et il reste un résidu charbonneux qui est introduit avec soin dans l'ampoule en verre. C'est ce charbon si frêle qui dure souvent plusieurs mois avant de tomber en poussière.

Les crayons exposés sont obtenus par l'un des procédés ci-dessus décrits ou d'une manière analogue. Il y a seulement, dans chaque fabrication, quelques tours de mains spéciaux qui différencient les produits et qu'il nous est impossible d'énumérer ici.

## § 7. *Projections lumineuses.*

Tout le monde connaît les effets splendides de l'arc voltaïque dans les représentations théâtrales où les projections lumineuses font ressortir les décorations, les principaux sujets, et produisent des illusions complètes. Il est donc inutile d'insister sur ces applications si variées et si attrayantes de la lumière électrique : il convient toutefois de noter, parmi les phénomènes physiques les mieux réussis qu'on ait jamais produits, les effets du soleil levant, de l'arc-en-ciel, des éclairs et des fontaines lumineuses jaillissantes.

La lumière électrique est employée avec succès dans les phares, sur les navires et pour les opérations de l'artillerie et du génie militaire. Elle rend visibles, la nuit, à des distances variant de 2 à 8000 mètres, des objets tels que balises, navires, côtes, maisons, hommes, etc., etc. Elle permet d'établir une correspondance, soit par transmission directe de la lumière, soit par réflexion, soit à l'aide du photophone, cette merveille scientifique.

C'est en 1863 que la lumière électrique fut, pour la première fois, appliquée à l'éclairage des phares. L'essai [illegible] à l'aide d'une ma-

chine de l'*Alliance* au phare de la Hève, réussit pleinement, et permit de constater une augmentation sensible de la portée des feux, surtout par des temps un peu brumeux. On reconnut également que les navires pouvaient continuer leur marche et entrer au port la nuit, alors que cela eût été impossible avec un phare éclairé à l'huile. Ces avantages, définitivement consacrés par une expérience de dix-huit années, ont décidé plusieurs gouvernements à employer l'électricité d'une manière générale dans tous leurs phares.

Pour la marine militaire, les appareils photo-électriques sont appliqués de trois manières différentes : 1° sur les canots à vapeur et sur les torpilleurs pour un service de surveillance ou d'éclaireurs; 2° sur les cuirassés et les grands transports pour éclairer la route, transmettre des signaux et rechercher les torpilleurs; 3° d'une manière fixe à terre pour la défense des côtes. Dans tous les cas on fait usage de projecteurs afin de concentrer sur des objets plus ou moins éloignés, la plus grande quantité possible des rayons émanant de la source lumineuse.

Ces projecteurs sont de différents systèmes. Les plus simples et les plus anciens sont les réflecteurs paraboliques ou sphériques qui n'agissent que par réflexion. Puis est venu le projecteur lenticulaire de Fresnel qui agit par réflexion et par réfraction. La disposition la plus nouvelle est celle du miroir aplanétique du colonel Mangin.

Les projecteurs paraboliques et lenticulaires sont connus depuis fort longtemps : c'est celui du colonel Mangin, qu'on peut voir dans la section française qui, jusqu'à ce jour, a donné les meilleurs résultats.

Les régulateurs employés dans les opérations militaires sont tantôt automatiques, tantôt mus à la main. Les charbons sont en opposition, mais au lieu d'être placés rigoureusement dans le prolongement l'un de l'autre, ils ont leur axe éloigné de quelques millimètres, et ils chevauchent un peu l'un sur l'autre, de façon à renvoyer la plus grande somme de lumière possible sur le réflecteur.

Les moteurs les plus en usage pour la marine et la guerre, sont ceux de Brotherhood dont nous parlerons, classe 4 (mécanique générale).

Dans les installations industrielles, comme pour les applications à l'art militaire, les conducteurs qui relient les générateurs d'électricité aux brûleurs doivent être en cuivre de la plus haute conductibilité, parfaitement isolés et recouverts d'une enveloppe assez résistante pour ne pas s'altérer par les frottements. Leur section est proportionnelle à l'intensité du courant et à leur longueur. Plus la distance à parcourir est grande, plus, si l'on ne veut pas diminuer l'effet de la machine électrique, le câble conducteur doit être gros.

### § 8. *Éclairage de l'Exposition.*

L'éclairage du palais de l'Industrie a été étudié en vue d'offrir au visiteur l'occasion de voir en action tous les systèmes de machines et de brûleurs connus. La grande nef renferme des spécimens de chaque type, disséminés un peu partout et concourant tous à l'effet général. Les salles du premier étage, au contraire, sont éclairées chacune avec les appareils d'un même inventeur, ce qui permet d'établir facilement des comparaisons entre les divers moyens proposés pour la production et l'utilisation de la lumière électrique.

Les appareils suspendus aux fermes de la galerie supérieure suffisent à eux seuls pour éclairer toute la nef. Ce sont eux qu'on emploie généralement sur les chantiers et dans les usines.

Le nombre des salles éclairées au premier étage est de vingt-neuf; il est nécessaire de les visiter toutes, si l'on désire être complètement renseigné sur l'industrie nouvelle dont nous avons essayé d'esquisser les principales branches.

Hippolyte Fontaine.

# MOTEURS ÉLECTRIQUES

## § 1. *Moteurs électriques.*

Les *moteurs électriques* sont des appareils qui produisent un travail mécanique au moyen de courants électriques. Dans ces moteurs, comme dans les moteurs à vapeur, il faut distinguer le *générateur* où prend naissance la force motrice et le *récepteur* qui permet son utilisation pratique. Le générateur d'un moteur à vapeur est la chaudière où l'eau se vaporise; le générateur d'un moteur électrique est tantôt une pile, tantôt une machine dynamo-électrique.

Le récepteur porte généralement le même nom que l'appareil complet. Ainsi on dit : *machine à vapeur* pour désigner indifféremment la chaudière avec son mécanisme, ou le mécanisme isolé; et, *moteur électrique*, lorsqu'il s'agit d'un générateur électrique et des organes qu'il fait mouvoir ou seulement de ces derniers.

Les générateurs d'électricité sont exposés dans les classes 2 et 3 : nous ne nous occuperons ici que des récepteurs proprement dits, auxquels nous conserverons, bien entendu, le nom de *moteurs électriques*.

C'est sur les phénomènes d'aimantation et de désaimantation instantanée des électro-aimants qu'est basée la construction de presque tous les moteurs électriques. Il importe donc de bien expliquer le fonctionnement des électro-aimants, dont nous avons déjà parlé à propos des régulateurs de lumière électrique.

Pour fixer les idées, nous admettrons qu'on ait enroulé en spirale, sur un barreau de fer, un fil métallique recouvert de soie et qu'on ait placé une plaque de fer doux très près de l'une des extrémités du barreau. Nous admettrons également que cette plaque puisse s'approcher ou s'éloigner du barreau, qu'elle soit à charnière, par exemple, et maintenue par un ressort à une distance de quelques millimètres. Les choses ainsi disposées, si l'on envoie un courant électrique dans le fil métallique, le barreau s'aimante et attire à lui la plaque. Cette attraction persiste tant que le courant traverse le fil; mais si l'on vient à rompre le circuit, l'ai[illegible] et le ressort éloigne la plaque de

l'extrémité du barreau. L'expérience peut être répétée autant de fois qu'on le désire et les phénomènes se produisent avec une excessive rapidité. Les dimensions du barreau et la longueur du fil enroulé peuvent être telles que l'attraction produite soit suffisante pour mettre en mouvement un poids même considérable. Il n'y a qu'un élément qui ne puisse pas grandir au delà de limites assez étroites, c'est la distance de la plaque au barreau, le magnétisme étant surtout une force de contact dont l'action devient rapidement nulle dès que l'armature s'éloigne un peu trop de l'aimant.

Ce phénomène dont on a tiré un admirable parti en télégraphie, peut très facilement être utilisé dans les moteurs électriques. Il suffit pour cela de placer convenablement l'électro-aimant et son armature, et d'interrompre le circuit d'une manière périodique et régulière. On obtient ainsi un mouvement alternatif qui se transforme aisément en mouvement circulaire.

L'interruption du courant peut être déterminée par le moteur lui-même qui devient alors tout à fait automatique.

A la place d'un électro-aimant ordinaire, on fait souvent usage d'un barreau creux avec armature intérieure. L'organe moteur prend alors le nom de *Solénoïde* et l'appareil offre une certaine analogie avec une machine à vapeur dans laquelle le piston serait remplacé par une armature et le cylindre par une bobine creuse. Les effets d'un solénoïde sont identiques à ceux d'un électro-aimant : lorsque le courant passe, l'armature est attirée à une certaine profondeur à l'intérieur du tube, et, dès qu'il est interrompu, l'attraction cesse complètement. La seule différence entre les deux systèmes tient à ce que, avec la même intensité de courant, on peut obtenir plus de course et moins d'effort lorsqu'on emploie le solénoïde, plus d'effort et moins de course lorsqu'on fait usage de l'électro-aimant.

L'interruption du courant est réalisée, dans les deux cas, au moyen d'un appareil spécial appelé *commutateur*, qui brise le circuit périodiquement par l'interposition d'un corps mauvais conducteur, sur le trajet du câble entre le générateur et le récepteur.

Au lieu d'un seul électro-aimant, on peut en accoupler plusieurs et produire des effets plus considérables. On peut également placer les armatures et les électro-aimants sur des disques afin de supprimer les bielles et les manivelles nécessaires à la transformation du mouvement alternatif en mouvement continu ; mais dans toutes les dispositions, le principe des moteurs reste le même. Ce sont toujours des armatures qui, en s'approchant et s'éloignant alternativement des électro-aimants, produisent la rotation de l'arbre sur lequel on recueille le travail mécanique.

*Les plus* anciennes tentatives connues, faites en vue d'appliquer l'é-

lectro-magnétisme à la production du mouvement, datent de 1829. Elles furent réalisées simultanément en Allemagne, en Italie, en Angleterre et en Amérique, de sorte qu'il est bien difficile de décider quel fut le premier physicien qui s'en occupa. Cette recherche ne saurait avoir, d'ailleurs, aucune importance ; car personne, avant Jacobi, n'exécuta un moteur électrique capable de fonctionner convenablement.

L'appareil de Jacobi, formé de deux séries d'électro-aimants montés sur plateaux et actionnés par 128 couples Grove, fut essayé sur la Néva en 1839. Il donnait le mouvement aux roues à palettes d'une chaloupe montée par douze personnes et développait une puissance de trois quarts de cheval-vapeur environ. L'expérience ne réussit pas, mais elle montra à son auteur les difficultés du problème qu'il cherchait à résoudre et qui peut s'énoncer en ces termes : *trouver des moyens pratiques pour remplacer la vapeur par l'électricité dans la production des forces motrices.*

Depuis Jacobi, on a inventé des moteurs électriques par centaines; plusieurs physiciens ont étudié la question sous toutes ses faces; les conceptions les plus ingénieuses ont été réalisées par des artistes mécaniciens de premier rang; une grande partie des défauts signalés au début dans la construction des organes a été supprimée; — l'écueil principal n'a pu être évité, parce qu'il se rencontrait non pas dans le récepteur, mais bien dans la pile qui était jusqu'à ces derniers temps le seul générateur d'électricité connu.

La pile si commode pour une foule d'opérations où l'on a besoin de faibles quantités d'électricité, ne saurait convenir lorsqu'il faut produire beaucoup et à bon marché, ce qui est précisément le cas des moteurs électriques où le prix de revient joue le principal rôle. Il suffit d'indiquer ici qu'avec les meilleures piles et les meilleurs électro-moteurs, on n'est pas encore parvenu à produire un travail utile sans dépenser dix fois plus qu'avec les machines à vapeur, et l'on comprend alors combien les solutions proposées étaient loin d'être satisfaisantes.

Pour obvier à l'inconvénient d'une dépense exagérée, on a souvent proposé l'emploi de piles dont les résidus pourraient être utilisés dans l'industrie. Quelques personnes sont allées jusqu'à affirmer qu'on vendrait les résidus de leur pile à un prix supérieur à celui des matières premières dont ils proviennent : mais il n'y a rien dans ces propositions, ni dans ces affirmations, qui se soit jamais réalisé.

Si l'on ajoute au prix exorbitant de l'électricité les ennuis causés par la manipulation d'un nombre considérable d'éléments, par les odeurs âcres et délétères des acides, par l'encombrement d'un matériel fragile, on s'expliquera facilement pourquoi l'électricité n'a pas encore remplacé la vapeur dans les applications sérieuses.

Pour la production de très petites for[illegible] pris, et

d'encombrement disparaissent, et les moteurs électriques peuvent se prêter à des usages variés. C'est à ce titre que nous engageons les visiteurs à examiner les appareils fort ingénieux exposés dans diverses sections et parmi lesquels nous signalerons tout particulièrement les moteurs français Gramme, Deprez et Trouvé.

L'invention des machines magnéto-électriques à courant continu a puissamment contribué à jeter la défaveur sur les moteurs électriques. Du jour où une petite machine à courant continu a pu fournir un courant très intense avec une dépense minime de force motrice, les industriels, réduits jusqu'alors à l'emploi des piles, ont remplacé leur matériel encombrant par des machines simples et légères; ils y trouvent un grand bénéfice, malgré la nécessité d'actionner ces machines par des moteurs à vapeur. Presque tous les inventeurs de moteurs électriques ont dès lors suspendu leurs recherches, en se disant que, si la machine à vapeur peut produire l'électricité dans des conditions infiniment plus économiques que la pile, il était illogique de vouloir obtenir de la force en utilisant comme agent moteur l'électricité de la pile.

D'ailleurs, toutes les combinaisons antérieures se sont trouvées dépassées par les machines électriques à courant continu, qui sont, en réalité, les meilleurs moteurs électriques qu'il soit possible d'imaginer.

Ce dernier point est assez important pour mériter quelques explications.

Lorsqu'on fait tourner une machine magnéto-électrique, on obtient un courant qui traverse toute la machine et peut être utilisé extérieurement pour la galvanosplatie, la lumière, la télégraphie, etc. En prenant la même machine au repos, et en la mettant en communication avec une source d'électricité quelconque, le courant introduit dans la machine, la fait tourner en produisant un travail moteur d'autant plus grand que le courant est plus puissant. La bobine centrale étant bien équilibrée dans toutes ses parties, le mouvement se produisant sans commutateur et étant circulaire et continu sans exiger aucun mécanisme intermédiaire, aucune cause ne venant accélérer, ni ralentir la vitesse pendant une révolution complète de l'arbre, un seul organe étant mobile et tous les autres absolument fixes, l'appareil possède toutes les qualités indispensables à un bon récepteur.

Il convient de signaler une autre cause de la supériorité des machines à courant continu sur les autres moteurs électriques, c'est qu'elles peuvent produire des efforts dynamiques considérables. Tandis que les anciens moteurs ne pouvaient développer une force supérieure à quelques kilogrammètres, les machines magnéto-électriques, employées comme récepteurs peuvent être établies pour une force illimitée. Il existe dans la section française deux moteurs Gramme tout à fait nou

veaux : l'un développe un kilogrammètre et l'autre 20 chevaux de force. Des moteurs électriques de 50 et de 100 chevaux sont actuellement à l'étude : leur construction ne présente aujourd'hui aucune difficulté.

### § 2. *Transport de force.*

La transmission de la force motrice par l'électricité est une des plus brillantes conceptions qu'il soit possible d'admirer à l'Exposition. Son rôle dans l'industrie, limité pour le moment à quelques applications fort intéressantes, nous paraît devoir prendre un développement immense, dès qu'on connaîtra bien toute la variété de ses ressources et la multiplicité de ses avantages. Nous ne saurions donc trop engager les industriels à méditer sur les services qu'elle est appelée à leur rendre, ni trop attirer l'attention des visiteurs sur l'avenir réservé à cette branche nouvelle de l'activité humaine.

Les transmissions électriques sont basées sur l'emploi des machines dynamo-électriques *réversibles*.

On désigne ainsi les machines qui possèdent la propriété de transformer indifféremment soit le travail moteur en électricité, soit l'électricité en travail moteur. Toutes les machines à courant continu et un grand nombre de machines à courants alternatifs sont réversibles. Les machines à courant continu, pouvant seules fonctionner sans commutateur, sont exclusivement employées dans les transmissions.

Lorsqu'on prend deux machines de cette catégorie, qu'on les réunit au moyen d'un fil conducteur et qu'on met l'une d'elles en marche par un moteur quelconque, celle-ci engendre un courant électrique qui traverse le conducteur, arrive à l'autre machine et la met en mouvement. La deuxième machine ou *récepteur* qui tourne uniquement sous l'influence du courant développé par la première machine ou *générateur*, produit une force proportionnée à celle du moteur initial. Comme le fil conducteur peut, sans inconvénient, avoir une longueur de plusieurs kilomètres, on voit qu'il est possible, avec des appareils extrêmement simples, de transporter la force motrice à de grandes distances. En partant de ces données, on conçoit immédiatement la possibilité d'utiliser les innombrables chutes d'eau restées jusqu'ici sans emploi, à cause des difficultés d'accès qu'elles présentent, et les inquiétudes manifestées par les économistes au sujet de l'épuisement prochain des houillères se dissipent entièrement.

L'idée première d'employer les machines électriques réversibles au transport des forces à distance appartient à la Société Gramme, qui en fit l'application, dès 1873, à l'Exposition de Vienne. La machine génératrice était actionnée par un moteur à gaz ; la machine réceptrice, reliée à la première par un double câble d'un kilomètre de longueur,

faisait marcher une pompe centrifuge placée dans la galerie des machines; le fonctionnement ne laissait rien à désirer.

Depuis cette époque, beaucoup d'inventeurs s'occupèrent de la question et étudièrent un matériel convenable en vue d'applications diverses. Parmi eux, nous citerons M. Félix, de Sermaize, qui a entrepris d'introduire cette nouvelle application de l'électricité dans toutes les opérations agricoles, dans l'exploitation des mines, dans le transport et la manutention des marchandises, etc., etc., et MM. Siemens, de Berlin, qui ont établi plusieurs petits chemins de fer desservis par des locomotives électriques.

L'Exposition renferme une grande variété d'appareils destinés au transport des forces par l'électricité. Les uns se comprennent d'eux-mêmes parce qu'ils n'exigent aucun dispositif spécial; les récepteurs d'électricité tournent et communiquent directement leur mouvement à des outils de mécanicien, à des machines à coudre, à des pompes centrifuges, à des batteuses de graines, etc. D'autres sont plus compliqués et quelques indications sont nécessaires pour les faire bien comprendre : tels sont les treuils de labourage et les tramways électriques. Les appareils à labourer, créés par M. Félix, se composent de deux treuils roulants qu'on place, vis-à-vis l'un de l'autre, à chaque extrémité du champ. Les chariots et les roues sont entièrement métalliques : les machines électriques oscillent autour d'axes horizontaux, de manière à permettre leur embrayage et leur débrayage rapide. Lorsque les poulies des machines sont en contact avec les grandes roues du treuil, le tambour qui porte le câble de traction de la charrue tourne, le câble s'enroule progressivement et le travail s'effectue. Si l'on veut déplacer transversalement la charrue, il suffit de faire actionner par les machines électriques, au lieu du treuil principal, une poulie latérale qui communique le mouvement à l'un des essieux; la direction de ce mouvement est obtenue par un mécanisme très simple logé sur l'avant-train. Le déplacement s'exécute à volonté, en avant ou en arrière.

Le câble de traction est en acier : pendant qu'il se déroule sur le tambour de l'un des treuils, il s'enroule sur le tambour de l'autre. Les conducteurs électriques sont soutenus par des poteaux comme les fils télégraphiques : ils sont couplés en deux séries partant toutes deux du générateur électrique, et aboutissant l'une au premier et l'autre au second treuil. Au moyen d'un commutateur, on envoie le courant tantôt aux machines du premier, tantôt aux machines du second treuil et la charrue s'avance alternativement dans un sens ou dans l'autre. La machine motrice est située quelquefois à cinq kilomètres du champ à labourer. La charrue a un nombre de socs proportionné à la force dont on dispose et à la nature du sol qu'on travaille.

Dans les expériences exécutées à Sermaize, on se servait de la ma-

chine à vapeur d'une sucrerie pour le labourage des terres environnantes : les treuils se rendaient d'eux-mêmes à destination ; le travail était plus rapide, mieux fait et plus économique que par l'emploi des animaux. Les sillons avaient $0^m,275$ de largeur et, en moyenne, $0^m,200$ de profondeur. Avec deux socs, on labourait une surface de 20 mètres carrés à la minute.

Quant aux travaux qui s'exécutent à l'intérieur ou au voisinage immédiat de la ferme, comme le battage, le vannage, le triage, l'élévation pour les irrigations et l'alimentation des bestiaux, ils s'accomplissaient à l'aide d'une petite locomobile électrique dont M. Félix a su tirer un excellent parti et dont il a envoyé à l'Exposition un fort curieux spécimen.

L'application du transport des forces par l'électricité à la traction des véhicules sur voies ferrées, a été poursuivie activement par MM. Siemens depuis deux ans. Après différents essais sur des chemins de fer à voie étroite, essais très remarqués aux Expositions de Berlin et de Bruxelles, ces messieurs ont récemment établi, aux environs de Berlin, une ligne de 2500 mètres pour un service public. Sur cette première installation les rails sont isolés l'un de l'autre et servent de conducteurs au courant électrique. Les roues des véhicules sont également isolées électriquement des essieux, et, à l'aide de balais convenablement disposés, le récepteur est mis en communication constante avec le moteur.

Le générateur d'électricité, placé à l'une des extrémités de la ligne, est actionné par une machine à vapeur; le courant passe par l'un des rails, arrive au récepteur placé sous la caisse de la voiture et fait retour par l'autre rail. Au récepteur le mouvement est transmis aux roues par des poulies et des courroies en acier. La vitesse moyenne de la voiture est de 15 kilomètres à l'heure.

La traction électrique présente des avantages marqués sur la traction à vapeur, surtout dans l'intérieur des villes où elle s'opère sans bruit, sans fumée, sans aucun des inconvénients inhérents à l'emploi d'un foyer : mais elle n'a pas encore reçu assez d'applications pour qu'il soit permis de se prononcer sur ses résultats économiques. Dans tous les cas, il est d'un intérêt primordial pour les municipalités des grandes villes, et notamment pour Paris, de faire poursuivre les études relatives à l'établissement des voies ferrées électriques aériennes, car la circulation des piétons et des voitures s'accroît tellement sur certains points qu'elle entraîne des accidents journaliers et qu'elle ne tarderait pas, si on laissait les choses en l'état actuel, à constituer un véritable danger public.

Le spécimen de tramway électrique, établi de la place de la Concorde à l'une des entrées du palais de l'Industrie, mérite, à ce point de vue, un examen approfondi. Au lieu d'isoler les rails l'un de l'autre, comme

à Berlin, MM. Siemens ont installé le conducteur électrique sur des poteaux placés de distance en distance. Ce conducteur amène le courant dans le récepteur électrique : les rails servent de fil de retour.

Le transport des forces peut encore avoir lieu au moyen d'*accumulateurs* ou *piles secondaires*, qu'on charge d'électricité et qui servent ensuite à actionner un récepteur placé soit sur une voiture pour la traction mécanique, soit dans un atelier pour faire mouvoir des outils.

L'idée d'accumuler l'électricité dans une pile appartient à M. Gaston Planté. Elle a été reprise tout récemment par M. Faure, qui est parvenu, dit-on, à augmenter le nombre de kilogrammètres emmagasinés dans un poids donné de piles.

HIPPOLYTE FONTAINE.

# ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE

ET

# ÉLECTRO-THÉRAPIE

---

## I

### ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE.

#### ORIGINES DE L'ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE.

C'est à une expérience physiologique, faite par un médecin, qu'est due la découverte de l'électricité dynamique. En 1786 Galvani, professeur d'anatomie à Bologne, fit l'observation suivante : ayant suspendu une grenouille par un crochet de cuivre qui traversait la moelle épinière, il remarqua que les membres inférieurs de l'animal étaient agités de secousses convulsives chaque fois qu'ils venaient à toucher le fer d'un balcon auquel était fixé le crochet de cuivre. Cette observation a été le point de départ de toutes les merveilles que nous voyons réunies actuellement au palais de l'Industrie, bien qu'on semble l'avoir un peu oublié.

Galvani varia cette expérience de bien des manières en employant des arcs conducteurs de nature différente pour relier le nerf au muscle; chaque fois il obtint une contraction. Le célèbre médecin arriva à conclure que les nerfs et les muscles ont une électricité propre et que la grenouille peut être assimilée à une bouteille de Leyde dont les nerfs et les muscles constitueraient les armatures. Un professeur de physique de Pavie, Volta, contesta cette explication et prétendit que l'électricité prenait naissance au contact des deux métaux différents, fer et cuivre, qui constituaient l'arc de communication entre les nerfs et les muscles. Galvani riposta en obtenant la contraction *sans métaux* par le contact direct du nerf et du muscle. Volta n'en [illegible] moins son idée et en démontra l'exactitude en créant le [illegible] reil qui porte son nom : la pile de Volta.

Comme il arrive bier

était des deux côtés à la fois. L'imprudent qui pourrait douter de l'existence de l'électricité animale n'a qu'à toucher certains poissons, la torpille, le silure ou le gymnote : l'épouvantable décharge que lui enverra cette véritable bouteille de Leyde vivante dissipera rapidement et sans retour toutes ses hésitations. Ces animaux fabriquent en grand l'electricité ; mais tout être vivant, chaque cellule, pourrait-on dire, présente en petit des phénomènes analogues. Néanmoins c'est dans les muscles et dans les nerfs que cette fonction électrique se constate le plus aisément.

### COURANT MUSCULAIRE.

Pour constater l'existence de ce courant, il suffit de mettre en rapport avec un galvanomètre sensible à fil fin un point quelconque de la surface du muscle et une de ses extrémités. On constate alors aisément l'existence d'un courant allant de la surface du muscle à son extrémité.

En un mot, la surface musculaire constitue le pôle positif, et son extrémité le pôle négatif de cet appareil électro-moteur vivant ; ce fait a été mis hors de doute par les expériences de Nobili, Matteucci, Duboys-Reymond, etc.

Nous ne pouvons décrire ici les procédés minutieux mis en usage et qui ne laissent aucun doute à cet égard. Plus récemment ou s'est servi du téléphone pour faire cette démonstration. Le courant musculaire lancé dans l'instrument après avoir *été interrompu mécaniquement*, lui fait rendre un son très fort qui ne laisse aucun doute sur l'existence d'un courant électrique.

Des diverses expériences faites sur l'électricité du muscle on a tiré les conclusions suivantes :

1° Le courant propre de la grenouille constaté par Galvani n'est que le courant musculaire.

2° Chaque muscle forme une pile distincte.

3° Le courant musculaire constaté sur un muscle séparé ou non de l'animal, *mais vivant*, marche toujours de la région moyenne du muscle vers son extrémité tendineuse. L'intensité de ce courant diminue graduellement à mesure que les extrémités de l'arc conducteur se rapprochent également des extrémités du muscle.

4° La section transversale d'un muscle est toujours négative par rapport à sa surface, *si petit que soit le tronçon musculaire*. On en peut conclure que c'est l'élément musculaire lui-même qui constitue l'électromoteur.

*Causes de ce courant.* — M. Duboys-Reymond explique ce courant par une polarisation spéciale de l'élément musculaire ; M. Hermann, par une *différence* d'oxydation entre la surface du muscle et son intérieur ;

M. d'Arsonval, par des phénomènes électro-capillaires de l'ordre de ceux qui se passent dans l'électromètre de Lippmann ou dans les tubes fendus de Becquerel.

Quoi qu'il en soit de ces explications, le fait de l'existence d'un courant musculaire est aujourd'hui hors de doute, bien qu'on ne doive pas lui attacher une aussi grande importance qu'on l'a fait au début.

*Variation négative.* — Duboys-Reymond a découvert ce phénomène curieux : lorsqu'on fait contracter un muscle, en excitant son nerf par un procédé quelconque, le courant musculaire change de sens : la surface devient négative et l'extrémité tendineuse positive. C'est à ce changement de signe du courant propre que Duboys-Reymond a donné le nom d'*oscillation* ou *variation négative*.

Pour expliquer cette inversion on a invoqué les mêmes raisons que pour le courant propre.

M. Dubois-Reymond fait intervenir un autre genre de polarisation, et M. Hermann une modification dans les oxydations. M. d'Arsonval ne voit dans ce renversement du courant qu'un phénomène purement physique tenant aux variations de surface que la contraction fait éprouver au muscle. Il a montré en effet qu'on obtient à volonté cette variation sur des muscles morts depuis plusieurs jours, mais dont la rigidité a cessé.

Il a pu analyser ce fonctionnement d'une manière bien plus délicate et facile en se servant d'un microphone qu'il a inventé avec M. Paul Bert, et qui a été modifié spécialement pour cet usage. Avec ce *myophone* il a pu *entendre* le fonctionnement du muscle que le galvanomètre ne fait que montrer grossièrement. M. Boudet de Paris a appliqué cette méthode aux recherches cliniques, et a pu obtenir ainsi de précieuses indications sur le fonctionnement du muscle dans diverses maladies du système nerveux, notamment la paralysie agitante et l'ataxie locomotrice. Le même instrument modifié est devenu un *sphygmophone* à l'aide duquel on entend les bruits de la circulation sanguine que le meilleur stéthoscope serait impuissant à révéler. Ces divers instruments figurent à l'Exposition.

*Contraction induite.* — La variation négative produit une variation électrique suffisante pour exciter un nerf. Si l'on fait reposer l'extrémité du nerf d'une patte de grenouille sur un muscle dans lequel on produit la variation négative, cette patte galvanoscopique [illegible] comme on l'appelle, reçoit une excitation qui provoque une [illegible]

C'est à ce phénomène [illegible] de contraction induite.

## COURANT NERVEUX.

Le nerf possède comme le muscle un courant propre qui va de la surface à la section transversale. Ce fait a été prouvé par Duboys-Reymond. Ce courant est beaucoup plus faible que celui du muscle. On peut en donner la même explication.

*Électro-tonus.* — Duboys-Reymond a découvert également qu'un nerf qui est traversé par un courant devient plus excitable et produit un courant électrique. Il donna à cet état particulier du nerf le nom d'*état électro-tonique* et en arriva à l'expliquer par une propriété inconnue du nerf vivant.

Pflüger reprit ces expériences et créa la théorie l'*électro-tonus.*

Ramenons cette théorie dont on a fait un casse-tête chinois aux faits qui lui ont donné naissance. Les voici dans toute leur simplicité : si une certaine longueur de nerf est parcourue par un courant constant, ce courant crée deux zones dont l'excitabilité est très différente. La portion du nerf en contact avec le pôle négatif devient *plus* excitable, celle qui avoisine le pôle positif devient au contraire *moins* excitable.

De plus, si l'on met ces deux zones du nerf en rapport avec un galvanomètre, on constate l'existence d'un courant de même sens que le courant employé.

Les expériences de Matteucci ont surabondamment démontré l'existence de ce courant secondaire de polarisation. Quant à l'excitabilité différente de ces deux zones, elle tient vraisemblablement aux produits de l'électrolyse déposés sur le nerf, et qui sont des acides au pôle positif, des bases au pôle négatif.

## DES APPAREILS D'EXCITATION ÉLECTRIQUE EMPLOYÉS EN PHYSIOLOGIE.

Les physiologistes emploient constamment l'électricité pour exciter les nerfs et les muscles.

L'appareil le plus employé pour ce genre de recherches est la bobine d'induction, modifiée par Duboys-Reymond, et que l'on désigne dans les laboratoires sous le nom d'*appareil à chariot.*

Cet appareil se compose d'une bobine d'induction dont le fil induit est mobile sur le fil inducteur, et qui peut s'en éloigner à une distance quelconque. Par ce dispositif on peut rendre graduellement le courant induit aussi faible qu'on le désire.

Cet appareil a néanmoins l'inconvénient de donner des courants dont l'intensité n'est pas comparable, même en se plaçant à la même distance *de l'inducteur.* Cela tient soit aux variations de la pile, soit aux varia-

tions de vitesse du trembleur amenant un changement dans la durée du passage du courant inducteur. Ce défaut a été corrigé par un dispositif nouveau de M. d'Arsonval (vitrine de M. Gaiffe).

Pour amener le courant aux nerfs ou aux muscles qu'il s'agit de mettre en action, les physiologistes se servent d'excitateurs de formes et de dimensions variées que l'on peut voir dans les vitrines de nos principaux constructeurs d'appareils médicaux.

Pour graduer les excitations, M. Chauveau de Lyon s'est servi d'un dispositif particulier de la pile à sulfate de cuivre.

M. Marey s'est servi d'un condensateur chargé par une pile.

Ces différents moyens ont l'inconvénient de produire une action chimique qui modifie rapidement l'excitabilité du nerf; avec les courants induits on évite cette cause d'erreur.

## II

## ÉLECTRO-THÉRAPIE.

*L'électro-thérapie* est l'application de l'électricité sous toutes ses formes comme moyen curatif de certaines maladies, particulièrement des systèmes nerveux et musculaire. — On a employé dans ce but l'électricité statique, l'électricité voltaïque ou dynamique, et l'électricité d'induction.

Supposons un accident ayant coupé le nerf qui se rend à un muscle : celui-ci est aussitôt paralysé. Au bout de quelques mois, le nerf se reconstitue et peut reprendre ses fonctions. Mais il arrivera souvent qu'à ce moment, le muscle paralysé s'est atrophié, faute d'exercice.

Dans ces cas, des applications électriques remplaceront l'excitation nerveuse normale qui faisait défaut; elles permettront de conserver le muscle en le faisant contracter artificiellement. Si ce muscle est déjà à demi atrophié, l'électricité permettra, en le faisant fonctionner, de lui rendre son volume primitif.

De même, dans certaines paralysies consécutives au froid, à des névralgies, à des rhumatismes, les excitations électriques empêcheront l'atrophie musculaire de se produire, ou la guériront. Enfin, elles agissent à distance sur la cause centrale du mal, et la font quelquefois disparaître.

Les courants électriques rendent aussi de grands services dans certaines lésions de nutrition, dans les névralgies, etc...; mais pour ces dernières maladies le rôle curatif est moins incontestable que dans le premier cas.

Quelques médecins recomman[illegible] de l'électricité à

l'exclusion de toute autre. L'expérience condamne absolument cette manière de voir. Dans certaines maladies, les nerfs et les muscles perdent leur excitabilité pour certaines formes de l'électricité. Ainsi chez les malades qui ont des paralysies à la suite d'empoisonnement par le plomb, les peintres par exemple, les muscles ne sont plus excitables par les courants d'induction, tandis qu'ils le sont encore par le courant de la pile.

Il n'y a donc pas de règle absolue à formuler, et l'expérience a conduit à des résultats qui, si incomplets qu'ils soient encore, présentent un immense intérêt. Mais nous ne pouvons tenter de les énumérer ici, renvoyant aux traités de Becquerel, Onimus, Chéron, Arthuis, Tripier, Duchesne de Boulogne, de Lyon, etc.

L'électricité a une action incontestable sur le système nerveux, en dehors de l'excitation sensible que provoquent les courants d'inductions.

Tous les phénomènes étranges auxquels donnent lieu l'application de simples plaques de métal ou d'aimants sur la peau des hystériques, démontrent que le système nerveux est profondément impressionné par l'agent électrique ou magnétique. Les phénomènes découverts par Burcq et étudiés chez Charcot à la Salpêtrière ne sont certainement que l'exagération d'actions physiologiques normales.

Ces phénomènes curieux, pour être encore inexpliqués, n'en sont pas moins incontestables. M. Brown-Séquard est d'ailleurs arrivé par des expériences sur les animaux à produire des exagérations considérables de l'excitabilité des nerfs et des muscles à l'aide de l'agent électrique.

## PROCÉDÉS D'ÉLECTRISATION EMPLOYÉS EN ÉLECTROTHÉRAPIE.

L'électricité est appliquée sous ses trois formes :

1° *Statique;*

2° *D'induction ;*

3° *Voltaïque.*

*L'électricité statique* a une très grande tension et peu de quantité ; elle ne produit qu'une action mécanique sans action chimique. On emploie les machines à plateau de Ramsden, de Holtz, de Carré, etc....

On électrise : 1° par étincelles ; 2° par secousses avec ou sans bouteille de Leyde ; 3° par aigrettes ; 4° par l'effluve.

*Électricité d'induction.* — Les appareils d'induction sont tous des dérivés de la bobine de Ruhmkorff. Ils donnent des effets différents suivant la grosseur et la longueur des fils qui les composent.

*Électricité voltaïque.* — Les appareils de cette catégorie sont composés de piles plus ou moins puissantes avec lesquelles on donne des courants continus ou interrompus.

*Galvano-caustique chimique.* En employant un courant un peu fort les liquides de l'organisme sont décomposés; il se forme des bases au pôle négatif, des acides au pôle positif. Ces corps agissent alors comme caustiques et produisent de fortes cautérisations. Cette méthode de cautérisation due à Ciniselli de Crémone a été introduite en France par le docteur Tripier qui en a tiré un excellent parti pour la cautérisation des organes profonds, les voies génitales par exemple.

*Galvano-caustique thermique.* — La pile peut être assez forte pour rougir un fil de platine. Ce fil toujours maintenu à l'incandescence a permis d'enlever certaines tumeurs profondes et peut rendre des services dans certaines opérations.

On trouvera au catalogue l'indication d'instruments nombreux appartenant à ces diverses catégories; presque tous les constructeurs en ont inventé, avec ou sans la direction de médecins praticiens.

PAUL BERT.

# ÉLECTRO-CHIMIE

---

outes les fois que l'équilibre moléculaire du corps est troublé par affinités chimiques, il y a dégagement d'électricité. Réciproquement assage de l'électricité au travers des corps susceptibles de produire réactions chimiques, provoque celles-ci. L'ensemble de ces phénènes constitue l'électro-chimie.

° *Dégagement de l'électricité dans les actions chimiques.* — Lorsque ıx corps réagissent chimiquement l'un sur l'autre pour se combiner, ıi qui joue le rôle de base prend l'électricité négative, et celui qui e le rôle d'acide, l'électricité positive.

nversement, lorsqu'un corps composé subit une décomposition chique, le corps qui joue le rôle de base prend l'électricité positive, et corps qui joue le rôle d'acide, l'électricité négative.

'es phénomènes ne se manifestent que si les corps sont suffisamment ıducteurs de l'électricité.

)ans la notice consacrée aux *piles électriques* on a vu de nombreux mples du dégagement d'électricité qui accompagne les réactions miques. Les *forces électro-motrices* que l'on observe dans ces constances sont intimement liées à la nature des phénomènes chiques; elles sont proportionnelles au travail moléculaire qui corresıd aux diverses réactions. On possède, du reste, un autre moyen valuer ce travail moléculaire : il consiste à déterminer les quantités chaleur mises en jeu par les combinaisons ou les décompositions, l'on reconnaît que ces quantités de chaleur sont proportionnelles aux ces électro-motrices observées, de sorte que l'un ou l'autre des phénènes peut servir de mesure au travail moléculaire qu'ils accomgnent.

:° *Effets de l'électricité.*

*1ction des décharges électriques.* — Lorsque des décharges électriques versent un gaz composé ou un mélange de gaz pouvant se combiner ıtuellement, elles donnent lieu à des combinaisons e ı- ıitions chimiques. Ainsi quand des étincelles éle ıs l'air, elles déterminent la com

l'azote; il se forme des composés nitreux qui, en présence de l'eau, se transforment en acide azotique. Cette expérience a été faite par Cavendish.

Les décharges qui se font sous forme d'*aigrettes* entre des conducteurs entourés d'une substance isolante, et auxquelles on a donné le nom d'*effluves électriques*, sont particulièrement propres à manifester ces phénomènes.

Parmi les actions chimiques les plus intéressantes et que l'on observe dans ces conditions spéciales il convient de citer l'effet produit sur l'oxygène pur. Ce gaz, soumis à l'influence des étincelles ou des effluves électriques, diminue de volume; il subit une modification allotropique, jouit alors de propriétés oxydantes très énergiques, et acquiert une odeur particulière qui lui a fait donner le nom d'ozone. Dans l'industrie on commence à employer l'ozone comme agent d'oxydation.

*Action des courants électriques.* — Si l'on vient à plonger dans un liquide conducteur chimiquement décomposable deux lames métalliques inaltérables communiquant avec les pôles d'une pile, on observe que le liquide est décomposé par le courant électrique. L'eau est décomposée en oxygène et hydrogène. Cette expérience a été faite par Nicholson et Carlisle peu après la découverte de la pile par Volta.

D'une manière générale, lorsqu'un corps est ainsi décomposé, les métaux, les bases, l'hydrogène deviennent libres sur la lame qui communique avec le zinc de la pile, ou pôle *négatif;* les acides, l'oxygène, deviennent libres au pôle *positif.*

En soumettant à l'action de la pile la potasse ou la soude, Humphry Davy retira de ces corps le potassium et le sodium. On s'est servi des mêmes procédés pour préparer le magnésium, l'aluminium, et les métaux des bases alcalines et terreuses.

Lorsqu'on dispose à la suite les uns des autres des vases contenant divers liquides décomposables, et notamment des dissolutions de sels métalliques, si l'on fait traverser ces liquides par un même courant électrique, on observe que les quantités de substances décomposées sont proportionnelles aux *équivalents chimiques* des corps. Par exemple, si les vases contiennent de l'eau, du nitrate de cuivre, du nitrate d'argent, s'il y a 1 gramme d'hydrogène mis en liberté dans le premier vase, on trouvera dans le second $31^{gr},75$ de cuivre, et dans le troisième 108 grammes d'argent. Cette loi des décompositions chimiques en *proportions définies* a été donnée par Faraday.

Si les sels décomposés sont formés de multiples ou de sous-multiples des équivalents des corps simples on observe qu'au *pôle positif* il se dépose des quantités chimiquement équivalentes de l'élément qui joue *le rôle d'acide*, tandis qu'au pôle négatif il se dépose la quantité de base

ou de métal qui, pour chaque corps, correspond à la quantité de l'élément déposé au *pôle positif*. (Ed. Becquerel.)

La quantité d'électricité nécessaire pour décomposer un équivalent d'un corps quelconque, soit 1 gramme d'hydrogène, est donc constante et peut être appelée *équivalent d'électricité ;* l'appareil de décomposition porte le nom de voltamètre. Lorsque le courant est fourni par une pile, le travail chimique dans chaque couple de cette pile est équivalent à celui d'un voltamètre placé dans le circuit, et pour 1 gramme d'hydrogène mis en liberté dans celui-ci, il se dissout dans chaque couple 1 équivalent, soit 32 grammes de zinc. Un couple peut même être assimilé à un voltamètre fonctionnant avec le courant même qu'il produit, courant qui à l'extérieur du couple va de la lame inaltérable au zinc, et qui dans le couple va du zinc au conducteur inaltérable, de sorte que l'oxygène se porte sur le zinc et l'hydrogène sur l'autre lame.

On voit quel lien intime existe entre le travail chimique qui donne lieu au dégagement d'électricité et le travail produit par l'électricité. En tous les points du parcours d'un courant électrique il y a équivalence complète. Ces observations donnent une importance nouvelle aux *équivalents* des corps tels que la chimie les détermine.

Dans la pratique, par suite de réactions secondaires que nous ne pouvons analyser ici, on observe qu'il se dissout dans la pile un peu plus de zinc que ne l'indique la théorie.

Les actions chimiques produites par les courants électriques ont été l'objet d'applications industrielles nombreuses. Nous citerons seulement pour mémoire le traitement électro-chimique des minerais d'argent (A.-C. Becquerel) (1836).

L'application la plus importante est la *galvanoplastie*, industrie qui comprend non seulement les dépôts métalliques en couches épaisses, utilisés pour la statuaire, l'orfèvrerie, l'ornementation, la typographie, la gravure, etc., mais encore les dépôts en couches minces qui constituent la dorure, l'argenture, le nickelage, le zingage, etc. Le procédé à l'aide duquel on peut obtenir un dépôt de cuivre, moulant exactement la forme de l'objet sur lequel il était déposé, a été publié en 1838 par Jacobi.

Si l'on fait traverser par un courant électrique une dissolution d'un sel de cuivre en prenant pour *électrode négative* un corps conducteur quelconque, par exemple un moule en plâtre ou en gutta-percha, rendu conducteur superficiellement par de la plombagine, il se dépose du cuivre sur ce corps. La dissolution s'appauvrit à chaque instant ; pour remédier à cet inconvénient on forme l'autre *électrode* d'une lame de cuivre, et comme les éléments acides se portent sur cette lame, elle se dissout, perdant autant de cuivre qu'il s'en dépose sur l'autre électrode ; le liquide conserve ainsi sa concentration.

Lorsque la dissolution est acide, on trouve qu'il se dissout au pôle positif un peu plus de cuivre qu'il ne s'en dépose au pôle négatif. Plus les dissolutions sont neutres plus l'on se rapproche de l'égalité théorique.

On obtient de la même manière le dépôt d'un grand nombre de métaux, mais suivant la nature des *bains* métalliques, la température et l'intensité du courant, les dépôts affectent des états de dureté et de malléabilité très divers.

On emploie comme source d'électricité soit une pile, soit une machine magnéto-électrique ou dynamo-électrique; souvent aussi on se borne à plonger dans le bain un vase poreux contenant de l'eau acidulée et une lame de zinc, que l'on met en communication avec les objets sur lesquels on se propose de faire le dépôt. On forme ainsi un couple à deux liquides auquel on a donné le nom d'appareil simple ou à dépôt immédiat (voir Piles).

L'industrie des dépôts en couches minces, notamment celle de la dorure et de l'argenture a été une des premières à se développer et a puissamment contribué aux progrès des applications électro-chimiques. Dès 1840 M. de la Rive montrait que l'on pouvait obtenir par la pile, sur divers métaux, des dépôts d'or adhérents. Depuis cette époque on a reconnu que le choix des dissolutions avait une grande importance, et notamment d'après les travaux de MM. Elkington et de Ruolz, qu'il fallait faire usage de dissolutions alcalines. Aujourd'hui, pour la dorure on emploie le plus généralement du cyanure d'or dissous dans du cyanure de potassium; on dore ainsi le platine, l'argent, le cuivre, l'étain, le maillechort, etc. Les mêmes précautions sont applicables à l'argenture. L'argent se dépose facilememt sur l'or, le platine, l'étain et principalement le cuivre.

On dépose également le cuivre, le plâtine; les dépôts de zinc, de plomb et d'étain peuvent se faire au moyen des dissolutions des oxydes de ces métaux dans la potasse.

Le nickelage a pris dans ces dernières années une très grande extension. On fait usage de préférence de sels doubles de nickel et d'ammoniaque. Les dépôts de cobalt et de fer se réalisent par des procédés entièrement semblables; on peut même obtenir ces métaux en couches épaisses.

Les méthodes électro-chimiques permettent de recouvrir les métaux d'une couche mince d'un oxyde métallique, tel que le peroxyde de plomb ou le peroxyde de fer; les objets sur lesquels on fait le dépôt sont alors mis en communication avec le *pôle positif* de la pile. On fait usage d'une dissolution de protoxyde de plomb dans la potasse, ou de protoxyde de fer dans l'ammoniaque. La formation du peroxyde est due à l'oxygène qui se porte au pôle positif. Les dépôts peuvent être assez

minces pour produire les couleurs des anneaux colorés ; on s'en sert alors soit comme ornementation, soit pour couvrir les corps d'une enveloppe inaltérable à l'air.

Les phénomènes électro-chimiques dont nous venons de parler peuvent se manifester sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir des conducteurs métalliques. Lorsque deux liquides sont en présence dans un espace capillaire, au travers d'une fissure dans une paroi en verre, d'un diaphragme perméable, d'une colonne de sable, etc., la couche liquide qui adhère aux parois de cet espace joue le rôle de conducteur et les effets électriques qui se produisent donnent naissance à des phénomènes de réduction très intéressants.

Les courants électriques semblent agir sur la plupart des corps; lorsque ceux-ci sont insolubles les effets immédiats paraissent faibles, mais en laissant l'action se prolonger des mois et des années, on obtient des phénomènes de décomposition très remarquables; les produits sont généralement cristallisés, et l'on a pu reproduire ainsi artificiellement un très grand nombre de substances minérales cristallisées analogues à celles que l'on trouve dans la nature.

HENRI BECQUEREL.

# INSTRUMENTS DE PRÉCISION

---

1. — On appelle *instruments de précision* des appareils qui servent à mesurer une quantité quelconque avec exactitude et qui, pour ce motif, exigent, dans leur construction, des soins particuliers.

A ce titre, un grand nombre d'appareils utilisés dans les usages habituels de la vie, tels que les mesures métriques, les balances et les horloges, peuvent recevoir ce nom; mais c'est surtout aux appareils employés dans les usages scientifiques et industriels que l'on donne les soins de construction qui en font de véritables instruments de précision.

Ce n'est d'ailleurs qu'à une époque relativement récente que le besoin d'instruments de ce genre est devenu général, par suite des progrès accomplis par les sciences et l'industrie.

D'une part, en effet, les savants modernes, en suivant la méthode nouvelle de Roger Bacon et substituant l'expérience à l'observation, dans l'étude des phénomènes de la nature, ont été conduits à soumettre à des mesures précises tous les éléments qui interviennent dans les lois physiques.

D'autre part, l'industrie, en cherchant un rendement plus avantageux dans ses fabrications et en substituant partout la production mécanique à la production manuelle, est arrivée à poursuivre de plus en plus la pureté dans les produits et l'exactitude dans les formes et, par suite, à réclamer l'emploi d'appareils de plus en plus précis, pour le dosage des substances employées, comme pour la vérification des dimensions des objets fabriqués.

Mais on peut dire que c'est surtout dans ces dernières années que les progrès des sciences exactes ont donné une grande importance à la construction des instruments de précision, lorsque les astronomes, ne se contentant plus de l'observation des mouvements généraux des astres, ont voulu aborder l'étude de leurs perturbations et lorsque les physiciens, allant au delà des lois simples qu'avaient trouvées les fondateurs de la physique expérimentale, ont voulu connaître les causes des anomalies apparentes que présentaient souvent les phénomènes

observés et ont été conduits ainsi à la mesure de quantités que l'on avait longtemps considérées comme négligeables et que l'on assimilait le plus souvent à des infiniment petits.

C'est alors qu'on a été amené à faire appel à l'électricité dans les opérations de mesure.

Du moment, en effet, qu'on abordait l'étude des variations produites par des phénomènes d'ordre moléculaire, la présence de l'observateur, dans le voisinage immédiat du corps à mesurer, causait des perturbations de l'ordre même des quantités qu'on avait à évaluer et il fallait trouver un moyen d'opérer ces mesures à distance.

L'électricité qui permet d'effectuer instantanément, à distance, à l'aide de certains organes spéciaux, des opérations mécaniques variées, donnait la possibilité de faire fonctionner les instruments de mesure hors de la présence de l'observateur, mais sous son contrôle constant.

Elle permettait même d'obtenir, dans l'exécution de certaines mesures, une précision supérieure à celle que donne l'obvervation directe, en venant en aide à l'imperfection de nos sens.

On sait, en effet, que les instruments de mesure ramènent habituellement l'opération finale à une observation visuelle, celle de l'affleurement ou du déplacement d'un index.

Car s'il s'agit d'une mesure de longueur, c'est l'affleurement d'un index devant une échelle ou devant un arc gradué que l'on doit observer.

S'agit-il d'une pesée, l'équilibre de la balance est indiqué par la position d'une aiguille en regard d'un index.

Est-il question d'une mesure de pression, faite au moyen d'un baromètre ou d'un manomètre, ou d'une mesure de température, opérée au moyen d'un thermomètre, c'est le déplacement du niveau d'une colonne liquide devant une échelle divisée que l'on doit apprécier, ou celle d'une aiguille devant un arc gradué, si l'on fait usage d'un appareil métallique.

Pour la mesure des temps, c'est enfin, dans les appareils usuels, horloges et chronomètres, le mouvement d'une aiguille devant un cadran qui fournit le moyen d'observation.

Or, quand on fait usage d'un courant électrique de faible intensité, on peut obtenir l'établissement de ce courant par le plus léger contact de deux petites pièces métalliques placées dans le circuit et en produire la rupture par un écartement excessivement faible de ces deux mêmes pièces. Ce déplacement, qui suffit pour provoquer à distance le fonctionnement d'organes mécaniques, peut être assez faible pour n'être pas perceptible à l'œil, car il peut rester inférieur à 1/500ᵉ de millimètre.

En appliquant des contacts électriques aux pièces des instruments de mesure dont on doit déterminer l'affleurement, on peut donc suppléer

à l'imperfection de l'œil, sans être obligé de recourir à des moyens optiques, tels que le microscope ou les lunettes grossissantes qui ont l'inconvénient d'exiger une attention soutenue et de provoquer rapidement la fatigue visuelle.

L'électricité a, dans ce cas, l'avantage de venir doublement en aide à l'observateur, car elle diminue aussi la fatigue d'esprit qu'il peut éprouver ; elle peut même laisser à cet observateur une entière liberté, si on lui demande d'inscrire elle-même, sur un récepteur convenable, le signal qui indique que l'affleurement cherché a été obtenu.

Lorsqu'il s'agit de phénomènes qui sont fonctions du temps, cette dernière propriété permet de réaliser, au moyen de l'électricité, des appareils de mesure enregistreurs qui marquent automatiquement leurs signaux sur un récepteur chargé de mesurer les temps.

Ces appareils font connaître : soit les instants précis où les quantités à mesurer atteignent une valeur déterminée, et ils constituent alors ce qu'on appelle des *chronographes électriques* ; soit les valeurs successives de la quantité que l'on veut mesurer, pour des intervalles périodiques égaux, et ils forment alors la série extrêmement nombreuse des *appareils enregistreurs*, dont l'usage se répand de plus en plus ; soit dans les laboratoires scientifiques et spécialement dans les observatoires météorologiques ; soit même dans les établissements industriels.

2. — En résumé, on voit que l'électricité se prête, d'une façon admirable, au service des instruments de précision parce qu'elle peut servir d'organe de tact excessivement délicat, suppléer ainsi à l'imperfection de nos organes des sens et signaler l'établissement du contact auquel on peut ramener toute opération de mesure.

Elle peut transporter à distance ce signal, rendre ainsi possibles des observations délicates que la présence de l'observateur pourrait troubler, et elle peut aussi enregistrer des signaux successifs, dans l'ordre de leur production, de façon à remplacer même l'observateur par des enregistreurs automatiques.

Enfin, elle transmet des signaux à distance avec une rapidité telle que cette transmission peut être considérée le plus souvent, dans la pratique, comme instantanée, et par suite elle se prête, soit à la transmission simple de la mesure du temps, ce qui constitue l'*horlogerie électrique*, soit à la transmission simultanée de la mesure de quantités déterminées, variables en fonctions du temps, ce qui constitue la *chronographie électrique*.

3. — Tous les instruments de précision qui figurent à l'Exposition internationale d'électricité peuvent se rattacher à l'une ou à l'autre de ces propriétés de l'électricité, mais ils présentent encore d'autres caractères communs, d'après la nature des organes dont ils font usage pour produire leurs signaux.

Lorsqu'on veut, au moyen d'un courant de faible intensité, déterminer un effet mécanique, on sait que l'on peut avantageusement utiliser l'action provoquée par le passage de ce courant sur un corps aimanté voisin du fil qui le conduit, pourvu qu'on multiplie cette action en enroulant ce fil un grand nombre de fois autour du corps aimanté, de façon à constituer une bobine qui reçoit le nom d'*électro-aimant*.

Bien qu'on puisse, au moyen de l'électricité, produire d'autres effets mécaniques, c'est habituellement cet organe dont on fait usage, dans les appareils dont nous nous occupons, parce qu'on peut employer ainsi des dispositions plus commodes et des courants plus maniables que ceux qui sont nécessaires, par exemple, pour produire des étincelles.

On trouve donc, dans la plupart des instruments de précision, des électro-aimants qui en constituent les organes mécaniques principaux, mais ces organes mêmes peuvent présenter une grande variété de construction, suivant la nature de l'effet mécanique que l'on veut finalement leur faire produire, soit qu'ils doivent engendrer un signal simplement optique, devant l'observateur attentif, soit qu'ils doivent appeler plus énergiquement son attention par un signal acoustique, soit enfin qu'ils doivent déterminer un enregistrement automatique.

C'est dans ce dernier cas surtout que les électro-aimants appliqués aux instruments de précision peuvent présenter des particularités intéressantes, car de grands progrès ont été réalisés, dans ces dernières années, dans la construction de ces organes, pour assurer la rapidité et la régularité de leur fonctionnement.

On trouve à l'Exposition des instruments de précision non enregistreurs, des types déjà connus, tels que des instruments de mesure métrique : comparateurs, sphéromètres, compas d'épaisseur, etc., à palpeurs électriques ; des baromètres, manomètres et thermomètres à signal avertisseur ; des indicateurs de vitesse, etc. ; mais c'est surtout dans la série des appareils enregistreurs, dans celle de l'horlogerie électrique et dans celle de la chronographie que l'on peut trouver un vaste champ d'études.

4. — Le développement pris récemment, dans le monde entier, par les études météorologiques, la création de nombreux observatoires, le désir de soumettre à l'étude les phénomènes fugitifs et incessamment variables dont l'atmosphère est le théâtre ont conduit à l'établissement de nombreux appareils enregistreurs qui affectent les dispositions les plus variées et les plus ingénieuses et, l'on peut dire qu'il n'est plus actuellement de phénomène naturel, aussi complexe qu'on le suppose, qui ne puisse être analysé et décomposé, en ses éléments, par les appareils météorologiques qui font usage de l'électricité pour en enregistrer, d'une façon continue, les phases successives.

On rencontre, à l'Exposition, de nombreux appareils de ce genre : les anémographes enregistrant la force et la direction du vent ; les barométrographes et thermographes enregistrant les variations de la pression atmosphérique et de la température ; les marégraphes notant les mouvements de la marée ; les pluviographes relevant les quantités de pluies tombées, sans compter les appareils plus délicats encore, destinés à enregistrer l'intensité de la radiation solaire, la rapidité d'évaporation de l'eau, la proportion d'humidité contenue dans l'atmosphère, celle même de l'ozone, ainsi que les variations des constantes électriques.

5. — L'horlogerie électrique a pris aussi un grand développement. Partout on cherche à utiliser la précieuse propriété que possède l'électricité de pouvoir envoyer instantanément un signal à distance, au moyen d'un fil, pour arriver à transmettre, aux différents points d'une même ville ou même aux différentes villes d'un pays tout entier, la mesure du temps donnée par une horloge de précision.

On veut arriver ainsi, suivant l'expression récemment adoptée, à unifier l'heure, et là encore on trouve des dispositions variées à étudier, dispositions qui se rattachent à deux types principaux.

Tantôt, on cherche à commander constamment tous les cadrans que l'on veut faire marcher d'accord, au moyen de courants électriques envoyés fréquemment par l'horloge-type, par exemple toutes les secondes, en se servant de ces courants pour provoquer l'échappement d'une dent du rouage ou pour régler la marche du pendule ; tantôt on se contente d'opérer le réglage ou la remise à l'heure de chaque horloge à intervalles éloignés, toutes les heures par exemple, au moyen d'une transmission de courant opérée par l'horloge régulatrice.

On voit d'intéressants exemples de ces deux systèmes dans l'exposition de la Ville de Paris.

Le premier est appliqué à douze horloges, dites centres horaires, réglées directement par l'horloge conductrice placée à l'Observatoire.

Le second est appliqué aux horloges publiques distribuées sur les différents points de Paris et commandées par les précédentes.

Cette exposition comprend les différentes dispositions qui ont été mises en expérience pour opérer le réglage ou la remise à l'heure de ces horloges et l'on trouvera des détails complets sur ces appareils dans la notice spéciale publiée à ce sujet par la direction des travaux de Paris[1].

6. — Les chronographes électriques présentent aussi un sujet d'études étendu et varié. Leurs applications se sont multipliées à l'infini

1. Notice n° IV. Unification de l'heure à Paris.

dans ces dernières années, et la précision qu'ils permettent d'obtenir a atteint des limites inespérées.

On peut, en effet, au moyen d'enregistreurs électriques spéciaux, parvenir à évaluer des durées inférieures à 1/50,000e de seconde et l'on peut aborder, avec l'aide de ces appareils, l'étude de phénomènes que l'on s'était habitué, jusqu'à ce jour, à considérer comme inaccessibles à nos moyens d'investigation, à cause de leur faible durée qui pouvait les faire regarder comme instantanés.

C'est ainsi que les phénomènes si brusques et si violents qui accompagnent la détonation des corps explosifs ou le tir des bouches à feu ont pu être abordés au moyen de chronographes électriques e tque les recherches balistiques peuvent, avec l'aide de ces instruments, comprendre actuellement l'étude des mouvements des projectiles dans l'âme même des bouches à feu, pendant un trajet dont la durée totale atteint à peine 1/100e de seconde, l'étude correspondante du mouvement de recul des canons et du fonctionnement des organes des affûts, enfin l'étude même des pressions développées dans l'âme par l'explosion de la poudre, pressions qui dépassent souvent 2000 atmosphères. On trouve dans l'exposition du Ministère de la Marine une collection nombreuse d'appareils destinés à ces recherches.

MARCEL DEPREZ ET SEBERT.

# MOTEURS ET TRANSMISSIONS

Les machines motrices et les transmissions qui servent à donner le mouvement aux appareils électriques ne se rapportent pas directement aux industries dont il vient d'être question. Cependant comme elles jouent un rôle assez important dans la création des courants d'induction, elles méritent d'être examinées avec attention.

Pour faciliter cet examen, nous allons esquisser en traits généraux les conditions que doivent remplir les moteurs pour assurer une production régulière et économique d'électricité. Nous serons très bref, car les visiteurs étant presque tous familiarisés avec l'emploi des machines à vapeur et des moteurs à gaz, il nous paraît inutile d'entrer dans aucune considération théorique.

Lorsqu'il s'agit de faire une installation électrique dans un atelier de construction, dans une manufacture, partout où il existe des moteurs, on ne rencontre aucune difficulté. Les machines dynamo-électriques sont généralement peu encombrantes et très faciles à fixer sur le sol. Leur entretien se borne au graissage et au nettoyage, et comme elles n'exigent qu'un mouvement de rotation, il suffit de placer une poulie sur un des arbres de transmission de l'usine et d'actionner directement l'axe des machines électriques.

Pour les actions chimiques, la régularité de mouvement a peu d'importance, mais la continuité de marche qui doit se prolonger souvent des semaines entières nécessite l'emploi de quelques dispositions spéciales.

Pour l'éclairage il faut que la vitesse soit bien uniforme, sans cela il se produit dans l'intensité lumineuse des oscillations désagréables.

Lorsqu'il s'agit d'une installation dans un magasin, dans un hôtel, dans un théâtre, partout où il n'existe aucun moteur, le problème se complique parfois beaucoup. Dans chaque pays la législation intervient et les difficultés créées de ce chef peuvent devenir très grandes.

En France, les chaudières sont divisées en trois catégories. Cette classification est basée sur le produit du nombre exprimant en mètres cubes la capacité totale de la chaudière par le nombre exprimant en

degrés centigrades la température de l'eau au-dessus de 100 degrés.

Les chaudières sont de la première catégorie lorsque le produit est supérieur à 200, de la deuxième quand le produit dépasse 50 et de la troisième si le produit n'excède pas 50.

Les chaudières des première et seconde catégories sont formellement exclues des maisons habitées ; les chaudières de troisième catégorie peuvent seules y pénétrer.

En employant des chaudières à corps cylindrique et à bouilleurs on ne peut guère dépasser les forces de 4 à 6 chevaux sans sortir de la troisième catégorie ; tandis qu'en faisant usage de générateurs multitubulaires, ne contenant qu'un faible volume d'eau, on peut atteindre 50 et même 70 chevaux de force.

Cela explique pourquoi les principales chaudières exposées sont formées de faisceaux de tubes assemblés par séries et surmontés de petits réservoirs de vapeur. Ajoutons qu'au point de vue de la sécurité, il serait difficile de combiner un meilleur type de générateurs, car les explosions dangereuses sont matériellement impossibles avec des tubes contenant peu d'eau et pouvant résister à d'énormes pressions sans se briser.

Les grosses chaudières de l'Exposition sont complétées par des récupérateurs de chaleur ayant pour but d'échauffer l'eau avant de la soumettre à l'ébullition. Ces récupérateurs de chaleur procurent une économie réelle de charbon ; malheureusement leur prix élevé et la place qu'ils occupent ne permettent de les employer que pour de gros générateurs de deuxième et de première catégorie.

Les machines à vapeur proprement dites doivent dépenser le moins de vapeur possible pour produire une force donnée et avoir un mouvement très régulier. Ces deux conditions sont remplies par la plupart des machines exposées par la France, la Belgique et l'Amérique. Les machines anglaises sont généralement simples et peu coûteuses, mais elles paraissent (nous ne parlons, bien entendu, que des appareils exposés) consommer plus de vapeur que celles des autres pays.

La faible consommation de vapeur est obtenue par l'adoption, presque générale aujourd'hui, de distributeurs à déclic ouvrant et fermant brusquement les orifices d'entrée et de sortie de vapeur ou par l'adjonction d'un cylindre dans lequel s'opère la détente de la vapeur.

L'économie de vapeur n'est pas toujours la considération capitale qui doit guider l'acquéreur : elle est même, dans certains cas, considérée comme tout à fait accessoire.

Lorsqu'il s'agit par exemple d'une installation électrique pour diriger la marche nocturne d'un navire, la dépense de vapeur est insignifiante et la sécurité de marche est bien autrement utile à assurer.

*A bord des navires*, on commande quelquefois les machines élec-

triques par de petits moteurs ordinaires à vitesse modérée auxquels la vapeur est fournie par les chaudières du bateau. Dans ce cas on a soin d'employer des courroies larges peu susceptibles de se rétrécir et sur lesquelles il est bon de faire agir un tendeur ayant pour but d'empêcher tout glissement sur les poulies. Les courroies métalliques conviennent très bien pour ce service.

Pour les appareils militaires, il faut que la machine soit d'un entretien facile, qu'elle n'ait aucun organe délicat ni apparent et surtout qu'elle assure à l'instant même auquel on en a besoin la vitesse nécessaire à la machine dynamo-électrique.

Ce résultat ne peut être obtenu que par une commande directe, l'arbre de la machine électrique étant placé dans le prolongement de celui du moteur. La transmission par engrenages serait également sûre si elle était applicable aux vitesses dont on fait usage; mais il s'agit de vitesses qui sont au minimum de 500 tours par minute et qui dans certains cas atteignent 1600 tours. La transmission par courroie doit être écartée à cause des glissements qu'elle permet.

Le moteur Brotherhood à trois cylindres est très usité dans les applications de la guerre et de la marine. Les résultats qu'il donne sont satisfaisants, si l'on a soin d'assurer un bon graissage avec des huiles minérales non encrassantes. Nous pourrions citer plusieurs moteurs de ce genre que le ministère de la guerre français a mis en service depuis cinq ans et qui n'ont donné lieu à aucune réparation.

Quelques constructeurs ont placé leurs appareils électriques sur l'arbre même des machines à mouvement alternatif. Cette disposition est simple, mais elle présente quelques inconvénients. Les machines à vapeur pour faire un bon service, sans dépense exagérée de vapeur, ne doivent tourner qu'à des vitesses modérées, tandis que les machines dynamo-électriques, pour donner leur maximum d'effet utile, ont besoin d'être animées de très grandes vitesses. Il y a là deux conditions opposées qu'il est difficile de mettre d'accord lorsqu'on cherche à obtenir un service économique de longue durée, mais qu'on peut cependant, pour des cas spéciaux, amener à devenir pratiques en augmentant la vitesse de régime du moteur et en diminuant celle de la machine électrique. On obtient alors un très petit moteur et une machine électrique d'un volume considérable, mais on n'a plus à redouter les glissements et les ruptures de courroies.

On se sert très souvent, pour les petites installations de galvanoplastie et de lumière électrique, de moteurs à gaz. Ce sont surtout les moteurs Bisschop et les moteurs Otto qui se propagent dans ces applications. L'exposition est très bien garnie de ce genre d'appareils; plus de 200 chevaux de force sont obtenus ainsi.

Les moteurs à gaz présentent les avantages suivants : 1° Ils peuvent

être installés, quelle que soit leur puissance, dans les maisons d'habitation ; 2° ils ne présentent aucun danger d'explosion ; 3° ils n'exigent pas le service d'un chauffeur expérimenté, un simple surveillant peut en conduire plusieurs à la fois ; 4° ils ne dépensent du gaz qu'autant qu'ils fonctionnent, ce qui les rend très convenables pour des travaux intermittents ; 5° ils se meuvent à l'instant même où l'on en a besoin, tandis que les moteurs à vapeur exigent un certain temps pour entrer en pression.

L'inconvénient principal des moteurs à gaz réside dans la dépense quotidienne à laquelle ils entraînent et qui, pour des forces un peu considérables, s'élève souvent à quatre ou cinq fois celle qui est exigée par les machines à vapeur fournissant un travail égal. Pour les petites forces, la différence est moins sensible, aussi l'emploi des moteurs à gaz est surtout convenable dans les petites installations. Ajoutons que le gaz est vendu généralement bien au-dessus de sa valeur commerciale et qu'on peut le produire beaucoup plus économiquement, surtout s'il est destiné uniquement à la production de la force motrice.

Les courroies, les paliers, les arbres de transmission doivent naturellement être calculés pour résister aux efforts qu'ils ont à supporter et comme, dans la production des courants d'induction, les vitesses sont généralement considérables, il faut s'assurer de moyens de graissage tout à fait sûrs et abondants.

L'Exposition offre à l'étude des praticiens une série complète de courroies et de graisseurs de diverses provenances, d'appareils automatiques d'alimentation d'eau pour chaudières, d'appareils de sûreté pour générateurs de vapeurs, d'enregistreurs de pression et de mouvement, de compteurs de tours, de tachymètres, de cinémomètres, d'indicateurs de Watt, etc. On a rarement vu, réunie dans un même local, une aussi belle collection de transmissions de mouvement.

HIPPOLYTE FONTAINE.

# TABLE DES MATIÈRES


| | Pages. |
|---|---|
| Électricité et Magnétisme (Ed. Becquerel) | 1 |
| Électricité statique (Mascart) | 11 |
| Piles électriques (Henri Becquerel) | 27 |
| Les machines magnéto-électriques (Antoine Breguet) | 35 |
| Transmission de l'électricité (H. Clérac) | 39 |
| Électrométrie (J. Raynaud) | 47 |
| Applications de l'électricité. — Télégraphie, signaux (E.-E. Blavier) | 79 |
| Téléphonie, Microphonie, Photophonie (Armengaud jeune) | 113 |
| Lumière électrique (Hippolyte Fontaine) | 129 |
| Moteurs électriques (Hippolyte Fontaine) | 143 |
| Électro-physiologie et Électro-thérapie (Paul Bert) | 151 |
| Électro-chimie (Henri Becquerel) | 159 |
| Instruments de précision (Marcel Deprez et Sebert | 165 |
| Moteurs et transmissions (Hippolyte Fontaine) | 171 |


3597. — Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

